This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Mcd 1130.10

The Gift of Friends
19 17
h M
From the Library of
Hugo Münsterberg
Professor of Psychology
1892–1916
Harvard College
Library

Hugo Münsterberg.

STAUBINHALATION

UND

STAUBMETASTASE.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

STAUBINHALATION

UND

STAUBMETASTASE

VON

Dr. JULIUS ARNOLD,

O. Ö. PROFESSOR DER PATHOLOGISCHEN ANATOMIE UND ALLGEMEINEN PATHOLOGIE,
DIRECTOR DER PATHOLOGISCH-ANATOMISCHEN ANSTALT ZU HEIDELBERG.

MIT 3 TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1885.

Med 1130.10

HARVARD COLLEGE LIBRARY
FROM THE LIBRARY OF
HUGO MÜNSTERBERG
MARCH 15, 1917

VORWORT.

In einer durch schnelle Erfolge verwöhnten Zeit bedarf es der Rechtfertigung, wenn zwischen dem Beginn solcher Untersuchungen und deren Abschluss, wie die mitgetheilten Versuchsprotokolle verrathen, nicht Monate, sondern Jahre verstrichen sind. Einige Bemerkungen über die Entstehungsgeschichte derselben und deren weitere Entwicklung dürften deshalb nicht überflüssig sein.

Die Vorarbeiten, insbesondere die ersten casuistichen Beobachtungen über Staubverschleppung nach anderen Organen, welche zunächst zu der Ausführung solcher Versuche über Staubinhalation den Anstoss gaben, gehören der ersten Hälfte der siebenziger Jahre an. Da aber die Herstellung der Staubapparate und Staubräume Verhältnisse voraussetzten, wie sie im früheren pathologischen Institut nicht gegeben waren, sah ich mich genöthigt, den im Herbst 1876 erfolgenden Umzug in die neue Anstalt abzuwarten. Die Einrichtung dieser, sowie der Staubräume und die erforderlichen Vorversuche nahmen über ein Jahr in Anspruch; es datiren deshalb die ersten verwerthbaren Experimente vom Frühjahr 1878. — Dass eine so lange Frist zwischen diesen und dem Abschluss der Arbeit gelegen ist, dafür dürfen zum grössten Theil die Fragen, deren Förderung ich mir angelegen sein liess, verantwortlich gemacht werden. — Ueber die Bahnen des Staubes in den Lungen und Bronchialdrüsen, über seine Einwirkung auf diese Organe und die Bedingungen seines Uebertrittes in andere: kurz über alle die Vorgänge bei der Staubinhalation, welche in der Einleitung eine Auseinandersetzung erfahren sollen, waren weitere Aufschlüsse nur von sehr zahlreichen, mit verschiedenen Staubarten angestellten und über grosse Zeiträume sich erstreckenden Versuchen zu erhoffen. Um festzustellen, ob der in

die Lungen inhalirte Staub in das Blut und von da aus in andere Organe gelange, musste ich die Untersuchung auch auf diese ausdehnen. — Diesen Anforderungen gerecht zu werden, bedurfte es jahrelanger Arbeit.

Wie ich erwartete, sind einschlägige Beobachtungen inzwischen von anderen Seiten mitgetheilt worden. Dieselben waren vollkommen geeignet, in der Anschauung von der Bedeutung der zu beantwortenden Fragen und dadurch in der Fortsetzung meiner Forschungen mich zu bestärken.

Soviel über das „Werden“ und „Fortschreiten“ dieser Untersuchungen. Möge durch dieselben, nachdem sie zum Abschluss gekommen, unser Einblick in die Vorgänge der Staubinhalation und deren Folgen erweitert und vertieft werden. Das ist der Wunsch, mit welchem ich diese Beiträge der Oeffentlichkeit übergebe.

Heidelberg, im Herbst 1885.

Julius Arnold.

INHALTSVERZEICHNISS.

Seite

Vorwort III
Einleitung 1

Beschreibung der Versuche.

1. Versuche über Inhalation von Russ 8
2. Versuche über Inhalation von Ultramarin 27
3. Versuche über Inhalation von Smirgel 41
   a) Kaninchen 41
   b) Hunde 52
4. Versuche über Inhalation von Sandsteinstaub 60
   a) Kaninchen 60
   b) Hunde 65

Versuchsergebnisse und deren Verwerthung für die Staubinhalation beim Menschen.

I. Verhalten des Staubes in den Lungen der Versuchsthiere 69
A) Bahnen und Ablagerungsstellen des inhalirten Staubes 69
   1. Verhalten des Staubes in der Trachea und den Bronchien . . . 69
   2. Verhalten des Staubes in den Lungenalveolen; Staubzellen . . . 71
   3. Stellen des Uebertrittes des Staubes durch die Wandung der Lungenalveolen in das Saftkanalsystem und die Lymphgefässe 75
   4. Der Transport des Staubes durch die Alveolenwand, sowie innerhalb des Saftkanal- und Lymphgefässsystems 83
   5. Ablagerungsstellen des Staubes in dem Saftkanal- und Lymphgefässsystem des Lungenbindegewebes 88
   6. Ablagerung des Staubes in den pulmonalen Lymphknötchen . . 93
   7. Ablagerungsstellen und Bahnen des Staubes in der Pleura, sowie in den pleuralen und mediastinalen Lymphknötchen 97
B) Vertheilung des Staubes in den einzelnen Lungenlappen 101
   1. Bei nicht sistirter Inhalation 101
   2. Bei sistirter Inhalation 102
   3. Befreiung des Lungengewebes von Staub nach Sistirung der Staubinhalation 105
C) Folgen der Staubinhalation in den Lungen der Versuchsthiere . . . 106
   1. Veränderungen in der Trachea und den Bronchien 106
   2. Intraalveoläre, perialveoläre, peribronchiale und perivasculäre Veränderungen 109
   3. Einfluss der Staubart, der Staubmenge, der Dauer der Inhalation, sowie des Genus und der Individualität der Versuchsthiere auf die Folgen der Staubinhalation 116
   4. Accessorische Veränderungen der Lunge 119
      a) Acute Processe 119
      b) Chronische Processe 122

Seite

II. Verhalten des Staubes in der menschlichen Lunge 126
A) Bahnen und Ablagerungsstellen des Staubes 126
B) Vertheilung des Staubes innerhalb der einzelnen Lungenlappen und deren Entlastung von Staub 130
C) Folgen der Staubinhalation in der menschlichen Lunge 132
1. Veränderungen in der Trachea und in den Bronchien; Sputazellen 132
2. Intraalveoläre Vorgänge und Veränderungen der Alveolarwände. Bronchopneumonische Herde 134
3. Peribronchiale und perivasculäre Herde, Veränderung der pulmonalen Lymphknötchen und der Pleura 137
4. Einfluss der Staubart, der Staubmenge und der Constitution des Individuum auf die Folgen der Staubinhalation 138
5. Accessorische Processe in der Lunge 143

III. Verhalten des inhalirten Staubes in den Bronchialdrüsen der Versuchsthiere 145
A) Bahnen und Ablagerungsstellen des Staubes 145
B) Einfluss der Versuchsdauer auf die Staubvertheilung 149
1. Bei nicht sistirter Inhalation 149
2. Bei Sistirung der Inhalation 154
C) Folgen der Staubinhalation in den Bronchialdrüsen der Versuchsthiere 158

IV. Verhalten des inhalirten Staubes in den menschlichen Bronchialdrüsen 160
A) Bahnen und Ablagerungsstellen des Staubes 160
B) Folgen der Staubinhalation in den menschlichen Bronchialdrüsen . . 163

V. Staubmetastase und Pigmentverschleppung 166
A) Ueber Staubmetastase 166
1. Ueber den Eintritt von Staub in die Gefässe der Lunge bei den Versuchsthieren 167
2. Ueber die Durchlässigkeit der Bronchialdrüsen für Staub und den Uebertritt desselben von der Pleura und dem Darme aus . . . 168
3. Ueber den Nachweis des Staubes im Blut, sowie in der Leber, der Milz und dem Knochenmarke der Versuchsthiere 172
4. Die Anthracose der Leber, der Milz, des Knochenmarkes, sowie der portalen und retrogastrischen Lymphdrüsen des Menschen . 175
5. Die Bahnen der Staubmetastase beim Menschen 178
6. Die Vertheilungweise des Staubes innerhalb der verschiedenen Organe bei Anthracose 181
7. Die Bedeutung der Vorgänge der Staubinhalation, der Staubmetastase insbesondere für die Lehre von den Infectionskrankheiten 183
B) Ueber eisenhaltiges Pigment und Pigmentverschleppung 186
1. Vorkommen des eisenhaltigen Pigmentes in den Organen der Versuchsthiere 186
2. Ueber den Entstehungsort des eisenhaltigen Pigmentes und die von diesem abhängigen Bahnen des Transportes 189

Literaturverzeichniss 194
Erklärung der Abbildungen 203

Einleitung.

Die Lehre von der Staubinhalation schliesst eine sehr interessante Vorfrage ein: die von der Abkunft des „Lungenmelanin". Die Ansicht, dass dasselbe ausschliesslich einer Umwandlung des Blutfarbstoffes seine Entstehung verdanke, dass diese also immer eine endogene sei, war lange Zeit die maassgebende; nur wenige Beobachter gedachten der Möglichkeit, dass das schwarze Lungenpigment von aussen mit der Respirationsluft in die Lungen gelangen, also exogenen Ursprungs sein könne. Durch sehr gründliche pathologisch-anatomische und experimentelle Untersuchungen ist eine Entscheidung in dem Sinne der exogenen Herkunft des „Lungenschwarz" erzielt worden und es kann nur noch fraglich erscheinen, ob alles schwarze Lungenpigment exogenes oder aber ein Theil desselben als endogenes, durch Umwandlung von Blutfarbstoff gebildetes zu betrachten sei. Von solchen Erwägungen ausgehend hat POKATILOW[89]) eine Reihe von Versuchen angestellt, indem er Thieren Blut in die Trachea eingoss und dieselben verschieden lange am Leben liess; bei der Untersuchung der Lungen und Bronchialdrüsen fand er neben gelbem Blutpigment schwarze Körnchen in grosser Zahl. Neustens hat auch ZIEGLER*) gegenüber COHNHEIM[17]) geltend gemacht, dass man in den Lungen und Bronchialdrüsen über Erwarten häufig rothe Blutkörperchen, Blutkörperchen haltige Zellen, gelbe und braune Pigmentschollen vorfinde. Ohne selbstverständlich die Möglichkeit der Umwandlung hämatogenen Pigmentes in schwarzes in Abrede zu stellen, glaube ich betonen zu sollen, dass eine solche Beweisführung an diesen Stellen deshalb nicht zulässig ist, weil gerade an den Lungen und Bronchialdrüsen, wie die zu berichtenden Versuche

*) ZIEGLER, Nr. 140 d. Literaturverzeichnisses. Bd. II. S. 493.

lehren, sehr häufig exogene und endogene Pigmente neben einander in denselben Zellen getroffen werden.

Wenn somit die Frage, ob ein Theil des schwarzen Pigmentes in den Lungen und Bronchialdrüsen hämatogener Herkunft sei, als offene zugegeben werden muss, so darf man für einen anderen Theil des Lungenschwarz den exogenen Ursprung als festgestellt betrachten. Es wird derselbe mit der Inspirationsluft in die Lungen eingeführt, kann in diesen bis in die Lungenalveolen, ins Lungengewebe und von da auf dem Wege der Lymphbahnen bis zu den Bronchialdrüsen vordringen. Dies gilt aber nicht nur vom Russ, welcher wohl die ergiebigste Quelle für das Lungenschwarz abgibt, sondern auch von anderen gefärbten und ungefärbten Substanzen, welche in der Form trockenen und unlöslichen Staubes — denn nur dieser soll in den nachfolgenden Zeilen berücksichtigt werden — in die Lungen gelangen.

Das Verständniss dieser Vorgänge der Einathmung von Russ, Kohlen-, Eisen- und Kieselstaub ist uns durch gründliche pathologisch-anatomische Untersuchungen englischer, französischer und belgischer, sowie deutscher Forscher erschlossen worden. In England sind es insbesondere die Arbeiten von Gregory[40]), Thomson Vater und Sohn[120]), Stratton[129]), Gibson[34]), Graham[35]), Mackellar[68]), Hamilton[44]), Craig[18]), Greenhow[36—39]), Pick[88]), Peacock[83—85]), Whitside Hime[134]), Symes Thompson[118]), Elam[23]), Underhill[124]) u. A. gewesen, welche in dieser Hinsicht eine Erwähnung verdienen. Von französischen und belgischen Autoren seien hier genannt: Andral[1]), Rilliet[98]), Cruveilhier[20]), Robin[102]), Maurice[72]), Kuborn[57]), Villaret[126]), Crocq[19]), Riembault[97]), Demarquette[22]), Boens-Boisseau[10 u. 11]), Robert[101]), Feltz[28]), Heuger[46]), Proust[92 u. 93]), Manouvriez[69]), Sabin[108]), Potain[91]), Faber[27]) u. A.

In Deutschland sind auf diesen Gegenstand bezügliche Mittheilungen, wie es scheint, zuerst von Erdmann[24]) und Brockmann[13]) gemacht worden. Von besonderer Bedeutung waren aber die Beobachtungen Traube's[122 u. 123]) und Zenker's[137—139]); durch sie wurde der vollgiltige Beweis dafür erbracht, dass Staub in die Lungen einzudringen vermag. Durch die Arbeiten von Seltmann[112]), Leuthold[63]), Merkel[74—77]), Böttcher[12]), Hirt[47]), Meinel[73]), Senft[114]), Franz[31]) u. A. ist die Casuistik der Staubinhalationskrankheiten in verschiedener Hinsicht bereichert worden. So werthvoll die meisten dieser Arbeiten sind, so muss ich es mir doch versagen, näher auf dieselben einzugehen, mich vielmehr damit begnügen, auf die

historischen Zusammenstellungen und Erörterungen in den Arbeiten ZENKER's, SELTMANN's, MEINEL's, HIRT's und MERKEL's hinzuweisen.

Eine sehr wesentliche Förderung hat die Lehre von den Staubinhalationen durch eine Reihe experimenteller Untersuchungen erfahren, von denen diejenigen von MAURICE[72]), CROCQ[19]), VILLARET[126]), LEVIN[64 u. 65]) und ROSENTHAL[104]), insbesondere aber die gründlichen Arbeiten KNAUFF's[54]), VON INS'[50 u. 51]), RUPPERT's[107]) und SCHOTTELIUS'[110]) an dieser Stelle eine Erwähnung verdienen.

Die Bedeutung der casuistischen Mittheilungen darf, wie bemerkt, in dem Nachweis gefunden werden, dass der inhalirte Staub durch die Bronchien und Bronchiolen bis in die Lungenalveolen vordringt und im Lungengewebe selbst, sowie in den Bronchialdrüsen abgelagert wird. Bezüglich der Bahnen, in welchen der Staub an diese Stellen gelangt, haben sich aus seiner Anordnung daselbst insofern Anhaltspunkte ergeben, als aus dieser auf sein Vorrücken in der Richtung der Lymphbahnen geschlossen werden durfte. Obgleich nun durch die experimentellen Arbeiten insbesondere KNAUFF's[54]), VON INS'[50]) und RUPPERT's[107]) unsere Einsicht in diese anatomischen Verhältnisse der Staublunge wesentlich vertieft und erweitert worden ist, kam doch eine ganze Reihe von Fragen nicht zum Abschluss.

Mit Rücksicht auf den Bau der Bronchien und Bronchiolen einerseits, der Lungenalveolen andererseits ist es am wahrscheinlichsten, dass der Durchtritt des Staubes hauptsächlich durch die letzteren erfolgt. Auf welchen Wegen dies geschieht, wie der Staub von der Alveolenwand aus in die Lymphgefässe gelangt, wie er sich in diesen verhält, das sind Fragen, welche einer eingehenden Betrachtung bedürfen. Allein nicht nur die Bahnen des Staubes, auch die Mittel der Weiterbeförderung in diesen erheischen eine sachliche Erörterung. Ich habe zu diesem Behufe Versuche mit sehr intensiver Verstäubung und von wechselnder, zum Theil sehr kurzer Dauer ausgeführt, um nicht nur möglichst vollständige, sondern auch verschiedengradige Füllungen der Bahnen zu erzielen, das Verhalten des Staubes zu den grösseren Lymphräumen zu prüfen und festzustellen, ob dieser nur an Zellen gebunden oder auch frei in den letzteren getroffen wird.

Wie bekannt, wird ein Theil des Staubes wieder durch die Trachea, und zwar gewöhnlich in Zellen eingeschlossen, herausbefördert. Auch über die Abkunft dieser Staubzellen, welche mit Rücksicht auf ihre diagnostische Verwerthbarkeit in der neueren Zeit

vielfach erörtert worden ist, lassen sich bei derartigen Inhalationsversuchen wenigstens insoweit Aufklärungen erhoffen, als eine Beobachtung der Zellen, welche Staub aufnehmen, an der Stätte ihres ursprünglichen Sitzes für die Beurtheilung der ganzen Frage förderlich sein muss.

Ein zweiter Weg, auf dem die Lungen von dem inhalirten Staub wieder entlastet werden, ist, wie schon angedeutet, die Abfuhr in der Richtung der Lymphbahnen nach den Bronchialdrüsen. Um zu ermitteln, wie rasch der Staub dahin gelangen kann, ob und wie lange nach der Sistirung der Inhalation noch eine Zufuhr zu den Bronchialdrüsen stattfindet, habe ich zahlreiche Versuche nicht nur mit wechselnder Inhalationsdauer, sondern auch mit verschiedener Lebensdauer der Versuchsthiere nach sistirter Inhalation angestellt und solche Lungen gleichzeitig auf ihren Gehalt an Staub und dessen Vertheilung geprüft.

So gross die Zahl der casuistischen Mittheilungen über Staubinhalation ist, eine Uebereinstimmung betreffs des Einflusses desselben auf das Lungengewebe konnte nicht erzielt werden, vielmehr gehen die Ansichten gerade in diesem wichtigsten Punkte möglichst weit auseinander. Die Einen sind der Meinung, dass der Staub eine schädliche Einwirkung auf das Lungengewebe überhaupt nicht ausübe, dieses im Gegentheil eine ganz beträchtliche Ablagerung von Staub ertragen könne, ohne tiefer greifenden Veränderungen zu unterliegen. Die Anderen dagegen suchen zu beweisen, dass der Staub in der Lunge eine Reihe charakteristischer Störungen auslöse, über deren anatomisches Wesen die Auffassungen gleichfalls verschieden sind. Von Manchen ist endlich der Versuch gemacht worden, anatomische und klinische Krankheitsbilder zu entwerfen, welche als Typen der einzelnen Arten von Pneumoconiosis angesehen werden sollten. Noch fraglicher ist die Beziehung der Staubinhalation zu den acuten und chronischen Entzündungen der Lunge, den tuberkulösen insbesondere. Um nur ein Beispiel anzuführen, sollen diese bei Anthracose nach den Einen häufig, nach den Anderen selten sein oder gar ein Antagonismus zwischen beiden Erkrankungen bestehen. Die ganze Frage ist wesentlich desshalb eine so verworrene und wenig erspriessliche, weil wir die Einflüsse des Staubes als solchen, nach seiner Oberflächenbeschaffenheit, Dauer und Intensität seiner Einwirkung auf die Lungen nicht kennen. Die Beobachtungen beim Menschen sind in dieser Hinsicht nur mit Vorsicht zu verwerthen,

weil die betreffenden Kranken unter sehr schlechten Verhältnissen leben und sehr häufig hinsichtlich chronischer Lungenaffecte hereditär belastet sind. Bei Thieren auf experimentellem Wege Veränderungen in den Lungen zu erzeugen, welche als Folgen der Einwirkung der Staubart aufgefasst werden durften, war bis jetzt nicht gelungen, weil, wie ich gleich hinzufügen will, die ganze Anordnung der Versuche, insbesondere aber deren Dauer, eine ungenügende gewesen ist. Es ergab sich also die Aufgabe, über sehr lange Zeit ausgedehnte Versuche anzustellen, verschiedene Staubarten zur Inhalation zu verwenden und verschiedene Thiergattungen zu den Versuchen zu wählen, um nicht nur den Einfluss der Individualität, sondern auch des Genus kennen zu lernen.

Wie aus dem Mitgetheilten hervorgeht, wissen wir darüber auf das Genaueste Bescheid, dass der Staub von der Lunge aus den Bronchialdrüsen zugeführt wird; weniger vollständig sind wir aber über die Bahnen des Staubes, in denen er innerhalb der Drüsen vorrückt, über seine Vertheilung während der Inhalation und nach Sistirung derselben, je nach der Dauer beider Perioden, und über sein Verhalten in den Follikeln, sowie in den Follikularsträngen und Lymphgängen unterrichtet. Insbesondere besitzen wir über die Durchlässigkeit der Bronchialdrüsen, ob sie unter normalen Verhältnissen für den Staub durchgängig sind oder nicht, nur Vermuthungen. Aus den Beobachtungen Soyka's[117]), den meinigen[2]), sowie Weigert's[131]) und Roth's[106]) ist uns bekannt, dass Kohlenstaubanhäufungen in der Milz, dem Knochenmark, den retrogastrischen und portalen Lymphdrüsen, sowie in der Leber und den Nieren vorkommen. Ob diese Staubmassen nur auf künstlichem Wege oder aber in Folge einer normalen oder abnormen Durchlässigkeit der Bronchialdrüsen ins Blut gelangen, auch darauf glaubte ich aus Versuchen von sehr langer Dauer eine Antwort erwarten zu dürfen.

Damit will ich die Aufzählung der Aufgaben, welche ich mir gestellt habe und deren Lösung ich mir angelegen sein liess, abbrechen. Die nachfolgenden Berichte werden Rechenschaft über Erfolg und Misserfolg geben.

Zum Schluss noch einige Bemerkungen über die wichtigsten Untersuchungsmethoden, welche in Anwendung gekommen sind. Bei der Härtung der Lunge bin ich in verschiedener Weise verfahren. In der einen Reihe der Fälle wurde vor der Eröffnung

von Bauch- und Brusthöhle die Trachea unterbunden, dann erst Bauch und Brust geöffnet und Luftröhre nebst Lungen und Herz, nachdem das letztere an der Basis zuvor abgebunden war, im Zusammenhang und unter Vermeidung von Zug und Zerrung herausgenommen und in Spiritus gehärtet. In der anderen Reihe wurde mittelst eines Trichters und unter Anwendung eines schwachen Druckes Spiritus durch den Kehlkopf in die Lungen eingegossen. Nach beendigter Härtung durchtränkt man kleine Stücke mit Celloidin, durch Einlegen dieses in wasserhaltigen Spiritus kann man eine beliebige Consistenz derselben erreichen. Behufs der Untersuchung der Bronchialdrüsen ist folgende Methode sehr zu empfehlen. Nachdem die Lungen im Zusammenhang mit Trachea und Herz gut gehärtet sind, trennt man zunächst das letztere an der Ligaturstelle durch einen glatten Schnitt ab; in derselben Weise werden die beiden Lungen möglichst nahe dem Hilus abgelöst und endlich die Trachea über der Theilungsstelle quer durchgeschnitten. Diesen Gewebswürfel zerlegt man in eine obere und untere Hälfte, durchtränkt diese mit Celloidin und macht, nachdem sie durch Einlegen in wasserhaltigen Spiritus schnittfähig geworden sind, mindestens in zwei Richtungen von oben nach unten und von links nach rechts Stufen- und Serienschnitte. In allen Fällen ist es zweckmässig, vor Eröffnung der Brusthöhle Leber, Milz, Nieren und Knochenmark herauszunehmen, um Beimengungen von Staub möglichst zu vermeiden. Will man die Organe vor dem Härten zerlegen, so müssen die Instrumente mit peinlichster Sorgfalt gereinigt werden. Bezüglich der Zubereitung des Knochenmarkes sei bemerkt, dass man am zweckmässigsten den Oberschenkel in 2—3 Ctm. lange Stücke seiner Länge nach zersägt, dieselben in Alkohol härtet, nach einigen Tagen mit einem Glasstab das Mark als zusammenhängenden Cylinder aus dem Knochenschaft herausschiebt und durch Einlegen in Alkohol und Aether zur Durchtränkung mit Celloidin vorbereitet. Auch für die Untersuchung der Milz ist die Einbettung in Celloidin sehr zu empfehlen. Dass man alle Organe sofort nach dem Tode einlegen muss, ist selbstverständlich, bei dem Nachforschen auf Farbstoffpartikelchen wegen der Veränderung der hämatogenen Pigmente aber geradezu unerlässlich.

Als Tinctionsmittel habe ich hauptsächlich Alauncarmin und Hämatoxylin, das letztere mit und ohne Eosin verwendet. Handelt es sich um den Nachweis von Farbstoffpartikelchen in irgend einem Organe oder Organtheile, so muss man immer auch ungefärbte Ob-

jecte in Glycerin oder Nelkenöl unter Zuhülfenahme des ABBÉ'schen Apparates untersuchen; der letztere ist bei solchen Untersuchungen sehr werthvoll. Bei der Anfertigung so vieler Schnitte, zum Theil Stufen- und Serienschnitte, von mehreren Organen bei einer so grossen Anzahl von Versuchen ist ein Mikrotom, das so präcis wie das von THOMA [252]) construirte arbeitet, unentbehrlich; ohne diese instrumentale Beihülfe wäre eine solche Aufgabe auch bei nicht gewöhnlicher Ausdauer kaum zu lösen.

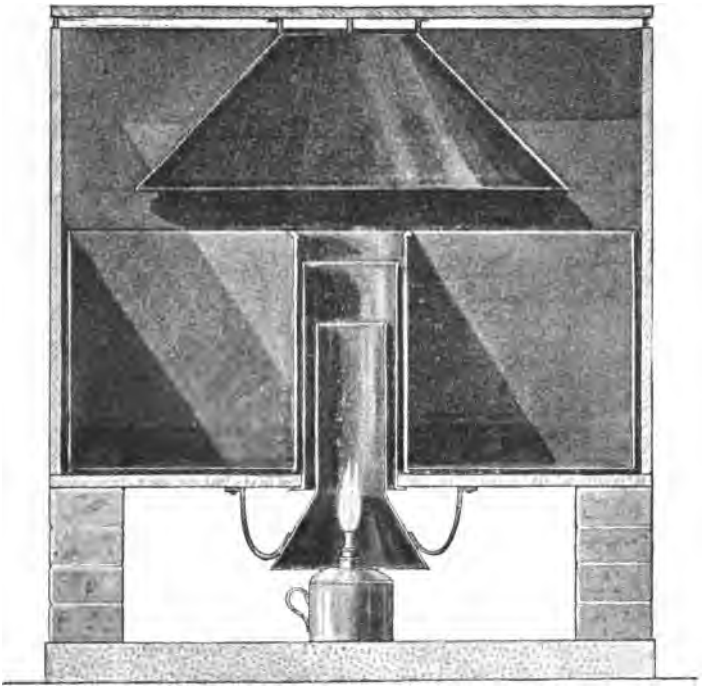
Beschreibung der Versuche.

1. Versuche über Russinhalation.

Der Darstellung der Versuchsresultate über Russinhalation muss ich einige den Inhalationsapparat betreffende Bemerkungen vorausschicken. — Ich bediene mich zu diesem Zweck einer 55 Ctm. hohen viereckigen Holzkiste von 75 Ctm. Durchmesser, in deren Boden eine 12 Ctm. weite Oeffnung in der Mitte sich befindet (Fig. A). Diese Kiste umschliesst einen 30 Ctm. hohen Kasten von Zinkblech, dessen Boden der eben erwähnten Oeffnung entsprechend gleichfalls ausgeschnitten, aber durch eine 30 Ctm. hohe und 12 Ctm. weite eingelöthete Röhre gegen diese abgeschlossen ist. Am Boden der Holzkiste habe ich ein Kamin aus Schwarzblech befestigt. Der 20 Ctm. hohe, 7 Ctm. weite, durch die Oeffnungen am Boden der beiden Kasten eingeführte Theil desselben mündet 10 Ctm. unterhalb des in den Zinkkasten eingelassenen Rohres und ist von ihm nach allen Richtungen durch eine ziemlich breite Luftschicht getrennt (Fig. A). Der nach unten sich trichterförmig erweiternde Theil des Kamins umgibt die Lampe und steht gleichfalls vom Boden des Holzkastens genügend weit ab, um den Zutritt der Luft zu gestatten. Durch diese Aufstellung des Kamins werden die Kasten vor der Einwirkung der Flamme geschützt, sowie auch eine der Ventilation dienende Einrichtung geschaffen (Fig. A). Der Deckel der Kiste darf nicht schliessen, sondern muss so aufliegen, dass Luftdurchtritt zwischen ihm und dem Rand derselben möglich ist. An der inneren Seite des Deckels sitzt ein Schirm, welcher der Oeffnung an Boden entsprechend plan ist, dann gegen den Rand des Blechkastens zu abfällt, von ihm aber mindestens 15 Ctm. absteht. Dieser Schirm dient nicht nur zum Schutz der inneren Fläche des Holzdeckels, sondern auch zur Ablenkung des Russes von dem Rand der Kiste gegen das Innere des Zinkkastens. Der ganze Apparat wird zweckmässig auf

eine kleine Mauer aufgesetzt. Als Lampe dient ein ziemlich grosser Behälter von starkem Blech, in den eine zur Aufnahme des Dochtes bestimmte Metallhülse eingeschraubt ist. Der Docht muss so dick sein, dass er die Oeffnung vollständig abschliesst. Die Intensität der Rauchentwicklung ist durch die Stellung des Dochtes zu reguliren. Steht der Apparat im Freien, was sich nicht nur wegen des Qualms, sondern auch wegen des Luftaustausches sehr empfiehlt, so muss man die Flamme gegen Zug schützen. Selbstverständlich ist auf die Verpflegung der Thiere die grösste Sorgfalt zu verwenden.

Fig. A.



Der Zinkkasten soll oft gereinigt und für den unbehinderten Abfluss des Urins Sorge getragen werden. Der Boden des Zinkkastens wird zweckmässig mit einem Rost belegt, der aber so eng eingerichtet sein muss, dass die Thiere die Pfoten nicht einklemmen, weil sonst leicht Fracturen und überhaupt die verschiedenartigsten Verletzungen zu Stande kommen.

Bei der grossen Mehrzahl der in der folgenden Tabelle I aufgezählten Versuche war die Luft im Kasten sehr reich an Russ;

nur bei einigen ist die Russentwicklung eine weniger intensive gewesen.

Was die Qualität dieses Staubes anbelangt, so hat ja schon KNAUFF [54]), welcher zuerst derartige Versuche anstellte, auf das feine Korn, dessen runde Form und intensive Färbung hingewiesen. Mit Rücksicht auf diese Eigenschaften ist zweifellos der Russ diejenige Staubart, welche sich am besten zu Versuchen eignet, bei welchen es sich um die Feststellung der Bahnen des Staubes und der Ablagerungsstellen desselben handelt.

Die sonstige Versuchsanordnung, insbesondere die Dauer der Versuche, sowie die wesentlichsten Befunde in den Lungen, den Bronchialdrüsen, der Milz, dem Knochenmark und der Leber sind aus der nachstehenden Tabelle I zu ersehen. Bezüglich der Versuchsdauer ist zu bemerken, dass bei vielen Thieren die Inhalation bis zum eintretenden Tode fortgesetzt, bei anderen nach verschiedenen Zeitperioden unterbrochen wurde und die Thiere theils sofort, theils nach verschiedenen Fristen getödtet worden sind. In diesem Sinne sind die Bezeichnungen — Inhalationsdauer, Versuchsdauer etc. — zu verstehen.

Tabelle I. Versuche über Russinhalation geordnet nach der Dauer der Inhalation.

Versuchsnummer u. Versuchsthier	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchsdauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochenmark	Leber
61. — kleines rothes Kaninchen	vom 16. I. 83. — 20. I. 83. — täglich 24 Stund. — 4 Tage	gestorben 20. I. 83. — 4 Tage Versuchsdauer	Die sämmtlichen Lungenlappen schwarz gefärbt, die rechte Lunge etwas dunkler wie die linke, der obere Lappen der linken Lunge heller als der untere; in allen Lungenlappen kleine graue und weissliche Knötchen. Das Gewebe der unteren Lappen blutreicher, sämmtlicher Lappen im Allgemeinen lufthaltig. Viele Alveolen staubfrei, andere enthalten Staub theils frei, theils an Zellen gebunden; die Staubzellen liegen bald im Alveolarlumen, bald an der Alveolarwand; Staub in den Kittleisten zwischen den Alveolarepithelien. Die Lymphknötchen, sowohl die peribronchialen als auch die perivasculären führen gleichfalls Staub. Die weisslichen Knötchen entsprechen vesiculären Pneumonien.	Entsprechend den Follikeln schon makroskopisch wahrnehmbare Pigmentirung. Freie Staubkörnchen und Staubzellen in den Lymphräumen um die Follikel, an der äusseren Seite mehr als an der inneren. Die Vasa afferentia enthalten Staub; ebenso die interglandulären Lympgefässe.	Viel gelbe Farbstoffkörner u. -kugeln, theils frei, theils an Zellen gebunden. Dieselben geben Eisenreaction. Die Follikel frei von denselben.	Weniger gelbe Farbstoffkörner u. -kugeln, welche dasselbe Verhalten zeigen wie in der Milz.	Das interacinöse Bindegewebe etwas vermehrt, zahlreiche Gallengänge; spärliche gelbe Farbstoffkörner und -kugeln.
56. — schwarzes Kaninchen	v. 21. XII. 83. — 25. XII. 83. — täglich 24 Stund. — 4 Tage	gestorben 25. XII. 83. — 4 Tage Versuchsdauer	Die Lungen etwas fleckig schwarz, die unteren Lappen stärker wie die oberen; der linke obere Lappen etwas dunkler, wie der rechte; unten kein deutlicher Unterschied. Viele Alveolen staubfrei; in anderen findet sich Staub theils frei, theils an Zellen gebunden; Staub in den Kittleisten zwischen den Alveolarepithelien; die lymphatischen Knötchen enthalten gleichfalls Staub.	Freie Staubkörnchen und Staubzellen perifollikulär aussen und innen; ebenso in den peripheren Abschnitten der Follikel; an der Innenseite dieser grosse runde und längliche Staubanhäufungen.	Viel gelber Farbstoff, aber nur in der Pulpa, nicht in den Follikeln.	Die gelben Farbstoffmassen sind spärlicher als in der Milz.	Wie bei 61.
62. — graues Kaninchen	vom 16. I. 83. — 23. I. 83. — täglich 24 Stund. — 7 Tage	gestorben 23. I. 83. — 7 Tage Versuchsdauer	Starke Färbung aller Lungenlappen; kein auffallender Unterschied in derselben zwischen oben und unten, links und rechts; an verschiedenen Stellen grössere und kleinere gelbliche Herde. Die meisten Alveolen enthalten Luft, viele vereinzelte Staubzellen; Staub auf den Alveolarwänden, in den interfibrillären Räumen und Saftbahnen des interstitiellen Bindegewebes, sowie in den Lymphknötchen, Den geblichen Herden entsprechend sind die Alveolen theils mit Rundzellen, theils mit platten Zellen gefüllt, das Zwischenbindegewebe ist zellig infiltrirt.	Der Staub liegt perifollikulär und in den peripheren Theilen der Follikel, sowie in den Anfängen der Follikularstränge; ausserdem findet sich gelber Farbstoff in ähnlicher Vertheilung, derselbe ist aber weiter in den Follikularsträngen vorgedrungen.	Ziemlich viel gelber Farbstoff in der gewöhnlichen Anordnung und Vertheilung.	Vereinzelte gelbe Farbstoffkörner u. -kugeln.	Verkäste Knötchen, Anhäufungen von Granulationsgewebe mit neugebildeten Gallengängen und Riesenzellen.

Versuchs-nummer u. Versuchs-thier	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchs-dauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochen-mark	Leber
53. — weisses Kaninchen	v. 21. XII. 83. — 31. XII. 83. — täglich 24 Stund. — 10 Tage	gestorben 31. XII. 83. — Dauer des Versuchs 10 Tage	Dunkle Färbung sämmtlicher Lungenlappen, unten etwas stärker wie oben; zwischen links und rechts kein deutlicher Unterschied. Viele Lungenalveolen enthalten Russ theils frei, theils an Zellen gebunden, im Lumen oder der Wand aufliegend; Staubkörnchen im interstitiellen Bindegewebe und in den perivasculären und peribronchialen Lymphknötchen; die interalveolären Bindegewebszüge stellenweise zellig infiltrirt.	Enthalten viel schwarzen Farbstoff in derselben Vertheilung wie bei 62.	In der Pulpa ziemlich viel gelber, Eisenreaction gebender Farbstoff.	Derselbe Farbstoff in spärlicher Menge.	Vereinzelte gelbe Farbstoffkörner an der Peripherie der Acini.
54. — weisses Kaninchen	v. 21. XII. 83. — 31. XII. 83. — täglich 24 Stund. — 10 Tage	gestorben 31. XII. 83. — Dauer des Versuchs 10 Tage	Sehr dunkle Färbung aller Lungenlappen; kein sehr deutlicher Unterschied zwischen links und rechts, oben und unten; an mehreren Stellen unter der Pleura kleine weissliche Flecken. Viele Alveolen führen Luft, enthalten aber im Lumen Staubzellen oder sind mit Staub belegt, wenige mit solchem ganz erfüllt; im interstitiellen Bindegewebe und in den Lymphknötchen Russ; in der Umgebung der mit Russ gefüllten Alveolen zellige Infiltration.	Viel schwarzes Pigment in der gewöhnlichen Vertheilung; an der Innenseite der Follikel rundliche, längliche und strahlige Staubanhäufungen.	Viel gelber Farbstoff in der Milzpulpa.	Derselbe Farbstoff in ziemlicher Menge.	Wie bei 53.
55. — graues Kaninchen	v. 21. XII. 83. — 31. XII. 83. — täglich 24 Stund. — 10 Tage	gestorben 31. XII. 83. — Dauer des Versuchs 10 Tage	Intensiv schwarze Färbung, unten etwas stärker wie oben, zwischen links und rechts kein deutlicher Unterschied. Viele Alveolen enthalten vereinzelte Staubzellen und sind wandständig mit Russ belegt, nur wenige mit solchem gefüllt. Verhalten des interstitiellen Bindegewebes wie bei 54.	Weniger Farbstoff wie bei 54; derselbe liegt perifollikulär, sowie in den äusseren zwei Drittheilen der Follikel.	Spärlicher gelber Farbstoff in der gewöhnlichen Anordnung.	Ebenso im Knochenmark.	In den peripheren Leberzellen Eisenreaction gebende Farbstoffkörnchen.
57. — graues Kaninchen	vom 2. I. 83. — 19. I. 83. — täglich 24 Stund. — 17 Tage	gestorben 19. I. 83. — Dauer des Versuchs 17 Tage	Beide Lungen sehr dunkel, die unteren Lappen dunkler; zwischen links und rechts kein deutlicher Unterschied; die Lappen der linken Lunge weniger lufthaltig, dunkelroth und derb (acut infiltrirt). Die Lungenalveolen enthalten viel Staub in der gewöhnlichen Anordnung; das interalveoläre und peribronchiale Bindegewebe zellig infiltrirt; stellenweise Füllung der Räume zwischen den Alveolarepithelien und der Saftbahnen im Bindegewebe mit feinen Russkörnchen.	Viel schwarzes Pigment in den Follikeln und den Anfängen der Follikularstränge; die Vertheilung des Farbstoffes in den Rindenabschnitten eine sehr ungleiche.	Ziemlich viel gelber Farbstoff in der gewöhnlichen Vertheilung.	Wenig gelber Farbstoff.	Vereinzelte gelbe Körnchen.

— graues Kaninchen	85. — 22. I. 83. — täglich 24 Stund. — 20 Tage	22. I. 85. — Dauer des Versuchs 20 Tage	[illegible] heller wie die rechte; besonders entsprechend dem oberen Lappen. Einzelne Alveolen mit Russ gefüllt, andere sind nur wandständig, namentlich an der Stelle der Kittleisten mit solchem belegt. Die interalveolären Leisten verbreitert, die Saftbahnen mit Russ gefüllt, ebenso die Lymphknötchen.	Umgebung der Follikel, namentlich an der inneren Seite dieser, sowie in den peripheren Abschnitten derselben.	gelbe, Eisenreaction gebende Farbstoffkörner.	Befund.	
98. — mittelgrosses graues Kaninchen (vgl. Fig. 11.)	vom 8. I. 85. — 4. II. 85. — täglich 24 Stund. — 27 Tage	getödtet 4. II. 85. — Dauer des Versuchs 27 Tage	Die oberen Lappen beider Lungen ziemlich gleichmässig schwarz gefärbt, die vorderen Abschnitte etwas mehr, zwischen links und rechts kein deutlicher Unterschied, die unteren Lappen sind mehr fleckig gezeichnet, rechts stärker wie links. In den Lungenalveolen vereinzelte Staubzellen; nur wenig Alveolen enthalten mehr Russ oder sind gar mit solchem gefüllt; in den interfibrillären Räumen der interalveolären Leisten feine Staubkörnchen. Die Lymphknötchen führen viel Staub; wo sie den Bronchien anliegen, Staub in der Mucosa und zwischen den Epithelzellen.	Staubzellen an der Aussenseite, mehr an der Innenseite der Follikel, sowie im Anfang der Follikularstränge.	Ziemlich viel goldgelbes Pigment in der gewöhnlichen Vertheilung.	Dasselbe Pigment in spärlicher Menge.	Zahlreiche gelbe Herde, aus Anhäufungen von Granulationsgewebe und Riesenzellen, sowie neugebildeten Gallengängen bestehend.
99. — mittelgrosses graues Kaninchen	vom 8. I. 85. — 4. II. 85. — täglich 24 Stund. — 27 Tage	getödtet 6. II. 85. — 2 Tage nach Sistirung der Inhalation — Versuchsdauer 29 Tage	Die oberen Lappen beider Lungen schwarz gefärbt, besonders stark die vorderen Abschnitte, zwischen links und rechts kein Unterschied nachweisbar; die unteren Lappen mehr fleckig schwarz, rechts sind die Pigmentflecken etwas zahlreicher. Mikroskopischer Befund in den Lungen, wie bei 98. In den Bronchien viel Staub; die perivasculären und peribronchialen Scheiden zellig infiltrirt.	Wenige Staubzellen an der Aussenseite der Follikel, viele an der Innenseite und in den Anfängen d. Follikularstränge; ausserdem goldgelbes Pigment in derselben Vertheilung; nur ist dasselbe weiter in diesen vorgedrungen.	Sehr viel goldgelbes Pigment.	Mässig viel goldgelbes Pigment.	Derselbe Befund, wie bei 98.
100. — mittelgrosses graues Kaninchen	vom 8. I. 85. — 4. II. 85. — täglich 24 Stund. — 27 Tage	getödtet 12. II. 85. — 8 Tage nach Sistirung der Inhalation — Dauer des Versuchs 35 Tage	Die Vertheilung des Russes im Wesentlichen wie bei 99; nur ist die Färbung in allen Lappen etwas intensiver. Die Lungenalveolen enthalten bald nur einige Staubzellen, bald solche in grösserer Zahl, sind aber fast niemals ganz mit ihnen erfüllt; spärliche Pigmentkörnchen in den Interfibrillärräumen der interalveolären Scheidewände; viel Staub in den Lymphknoten und in den Bronchien.	Vereinzelte Staubzellen an der Aussenseite, zahlreichere an der Innenseite der Follikel und in den Follikularsträngen.	Wie bei 99.	Wie bei 99.	Wie bei 99.

Versuchs-nummer u. Versuchs-thier	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchs-dauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochen-mark	Leber
96. — mittel-grosses graues Kaninchen	vom 8. I. 85. — 4. II. 85. — täglich 24 Stund. — 27 Tage	getödtet 24. II. 85. — 20 Tage nach Sistirung der Inhalation — Versuchs-dauer 47 Tage	Die beiden oberen Lungenlappen sind fleckig schwarz gefärbt, und zwar sind die Flecken ziemlich zahlreich; ein Unterschied zwischen links und rechts nicht kenntlich; die unteren Lappen gleichfalls fleckig schwarz, die Flecken grösser, aber spärlicher wie oben, rechts mehr wie links. Die Lungenalveolen enthalten theils einzelne lymphoide und epitheliale Staubzellen, theils sind sie mit solchen gefüllt. Ueberall finden sich Alveolen und Alveolengruppen, bald stauberfüllt, bald staubfrei, deren bindegewebige Umgebung zellig infiltrirt und verdickt ist; auch die perivasculären und peribronchialen Scheiden mit Staub erfüllt und zellig infiltrirt. Die Lymphknötchen gleichfalls staubführend.	An der Aussenseite der Follikel nur wenige Staubzellen; grössere Staubanhäufungen an der Innenseite derselben; viele Staubzellen in den peripheren Abschnitten der Follikularstränge, spärliche in den angrenzenden Lymphgängen.	Ziemlich viel goldgelbes Pigment in d. Pulpa; in den Malp. Körpern kleine verkäste Herde.	Wenig gelbes Pigment.	Wenig extra- und intravasculäres gelbes Pigment. Grosse und kleine verkäste Herde von Granulationsgewebe.
97. — mittel-grosses gelbes Kaninchen	vom 8. I. 85. — 4. II. 85. — täglich 24 Stund. — 27 Tage	getödtet 5. V. 85. — 90 Tage nach Sistirung der Inhalation — Versuchs-dauer 117 Tage	Die beiden Lungen im Allgemeinen hellroth, lufthaltig, elastisch; im linken oberen Lappen keine Pigmentirung, dagegen im rechten oberen Lappen an der hinteren Seite und dem vorderen Rande einige schwarze Flecken; am linken unteren Lappen sind diese zahlreicher, noch mehr am rechten unteren Lappen, an dem sie auch weiter hinaufreichen; auch auf dem Durchschnitt nur vereinzelte Pigmentflecken. — Viele Alveolen sind luftführend und staubfrei, andere enthalten vereinzelte oder etwas zahlreichere Staubzellen, solche finden sich auch in den Bronchien. Die perivasculären und peribronchialen Lymphräume und Lymphknötchen enthalten mässig viel Staub in der gewöhnlichen Anordnung; stellenweise Bindegewebsneubildung um die Staubanhäufungen.	An der Aussenseite der Follikel spärliche Staubzellen, an der Innenseite derselben grosse Staubanhäufungen; ebenso viel Staub in den peripheren Abschnitten der Follikularstränge und den angrenzenden Lymphgängen; gegen das Centrum nimmt der Staubgehalt ab.	Viel gelbes Pigment in den Pulpazellen in der gewöhnlichen Anordnung.	Mässig viel gelbes Pigment.	Stellenweise Vermehrung des interacinösen Bindegewebes, wenig gelbes Pigment.
101. — mittel-grosses	vom 8. I. 85. — 4. II. 85. — täglich	getödtet 19. VI. 85. — 135 Tage nach Sist-	Die sämmtlichen Lungenlappen im Allgemeinen hellroth und luftführend, aber von hirsekorngrossen schwarzen Flecken durchsetzt; diese sind am zahlreichsten im linken oberen Lappen, spärlicher im rechten oberen Lappen; sehr spär-	Wenige Staubzellen an der Aussenseite der Follikel, viel Staub an der Innenseite und in den Follikularsträn-	Viel gelbes und braunes Pigment in der Pulpa.	Wenig gelbes Pigment.	Wenig gelbes Pigment; sonst keine Veränderun-

(vgl. Taf. II. Fig. 10.)	27 Tage	— Versuchsdauer 162 Tage	fleckige Trübungen. Die Lungenalveolen zum grössten Theil Luft führend, enthalten nur vereinzelt Staubzellen. Den schwarzen Flecken entsprechend sind die Alveolengruppen mehr oder weniger mit Staub und Staubzellen gefüllt; die interalveolären Leisten sehr stark zellig infiltrirt. Solche Herde finden sind peribronchial und perivasculär; die Lymphknötchen enthalten mässig viel Staub.	Centrum frei.			
102. — mittelgrosses graues Kaninchen	vom 8. I. 85. — 4. II. 85. — täglich 24 Stund. — 27 Tage	getödtet 4. VIII. 85. — 180 Tage nach Sistirung der Inhalation — Versuchsdauer 207 Tage	Die sämmtlichen Lungenlappen hellroth gefärbt, luftführend; die unteren Lappen zeigen nur an ganz vereinzelten Stellen schwarze Flecken; derselbe Befund auf dem Durchschnitt. Die meisten Lungenalveolen sind lufthaltig; nur den schwarzen Flecken entsprechend führen dieselben vereinzelte Staubzellen oder sind mit solchen gefüllt; Staub ist auch um die Gefässe und Bronchien, sowie in den Lymphknötchen abgelagert; das Lungenbindegewebe führt im Allgemeinen wenig Staub und ist nur stellenweise zellig infiltrirt.	Sehr vereinzelte Staubzellen an der Aussenseite der Follikel, viel Staub an deren Innenseite u. in den Follikularsträngen; in den Lymphgängen wenig Staub; Centrum frei.	Viel gelbes Pigment in der Pulpa; die Anordnung desselben die gewöhnliche.	Wenig gelbes Pigment.	Bindegewebe etwas vermehrt, fast kein gelbes Pigment.
59. — weisses Kaninchen	vom 2. I. 83. — 31. I. 83. — täglich 24 Stund. — 29 Tage	gestorben 31. I. 83. — Versuchsdauer 29 Tage	Intensive schwarze, aber etwas fleckige Färbung der sämmtlichen Lappen; kein Unterschied zwischen rechts und links, oben und unten zu erkennen; in den oberen und unteren Lappen frische lobuläre Herde. Einige Alveolen enthalten nur vereinzelte Staubzellen, andere sind mit Staub ganz erfüllt. Die interalveolären Leisten breiter, die Saftbahnen stellenweise mit Staub gefüllt; derselbe Befund in den interlobulären Bindegewebszügen, den perivasculären und peribronchialen Scheiden; die Lymphknötchen Staub führend.	Dieselbe Anordnung des Staubes wie bei 58; nur sind die Staubpartikelchen weiter in den Follikularsträngen vorgedrungen.	Die Milzpulpa enthält zahlreiche Farbstoffkugeln u. -körner, welche Eisenreaction geben.	Derselbe Befund wie in der Milz, nur sind die Farbstoffpartikel spärlicher.	Gelbe Farbstoffkörner in den Leberzellen, welche Eisenreaction geben.
65. — graues Kaninchen	vom 25. I. 83. — 14. III. 83. — täglich 24 Stund. — 48 Tage	gestorben 14. III. 83. — Versuchsdauer 48 Tage	Alle Lungenlappen dunkel, aber fleckig gefärbt, die Färbung rechts unten intensiver wie links, oben kein deutlicher Unterschied; bei der mikroskopischen Untersuchung ergibt sich die Vertheilung des Russes gleichfalls als ungleich; einzelne Partien sind sehr stark, andere sehr schwach pigmentirt, sonst die Anordnung wie bei 59.	Die perifollikuläre Staubanhäufung ist dieselbe wie bei 58; in den Follikularsträngen ist der Russ weiter vorgedrungen, in d. Lymphgängen vereinzelte Staubzellen.	Viel gelber, Eisenreaction gebender Farbstoff in der Pulpa; währ. d. Follikel fast vollst. frei sind.	Wenig gelber Farbstoff.	Die interacinösen Bindegewebszüge verbreitert, in ihnen grosse gelbe Körner u. Kugeln enthaltende Zell.

Versuchs-nummer u. Versuchs-thier	Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Versuchs-dauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochen-mark	Leber
66. — graues Kaninchen	vom 25. I. 83. — 23. IV. 83. — täglich 24 Stund. — 88 Tage	gestorben 23. IV. 83. — Versuchs-dauer 88 Tage	Sehr dunkle, aber etwas fleckige Zeichnung sämmtlicher Lungenlappen; Gewebe im Allgemeinen etwas derber. Die Lungenalveolen der Verbreiterung der Bindegewebszüge entsprechend etwas enger; feinkörniger Russ in den Kittleisten, den interalveolären, interlobulären, perivasculären und peribronchialen Saftbahnen, sowie in den Lymphknötchen.	Sehr viel Pigment in der Umgebung der Follikel und in diesen, die Mitte derselben frei. Die Follikularstränge enthalten gleichfalls Pigment, ebenso die Lymphgänge.	Derselbe Befund wie bei 65.	Derselbe Befund wie bei 65.	Derselbe Befund wie bei 65.
64. — weisses Kaninchen	vom 25. I. 83. — 26. V. 83. — täglich 24 Stund. — 121 Tage	gestorben 26. V. 83. — Versuchs-dauer 121 Tage	Die Lungen dunkelschwarz gefärbt, die oberen Lappen etwas heller, die sämmtlichen Lungenlappen, namentlich aber die unteren sind derber und weniger lufthaltig. Dieselben Befunde bezüglich der Vertheilung des Russes wie bei 66; nur ist die Füllung der Saftbahnen eine ausgiebigere, die Verbreitung der Bindegewebszüge beträchtlicher.	Massenhafte Pigmentklumpen und verästigte Pigmentmassen perifollikulär; auch in den Follikeln Russ; ziemlich viel Pigment in den Follikularsträngen.	Die Pulpa ist überfüllt mit gelben Farbstoffkörnern u. -kugeln.	Vereinzelte Farbstoffkörner u. -kugeln.	Reich an Bindegewebe u. Gallengängen an der Peripherie der Acini, Farbstoffkugeln und feine Körner in den Leberzellen.
63. — grosses graues Kaninchen	vom 25. I. 83. — 28. VI. 83. — 24 Stund. täglich — 154 Tage	gestorben 28. VI. 83. — Versuchs-dauer 154 Tage	Pericardial- und Pleurahöhlen enthalten serösfibrinöses Exsudat. Die oberen Lungenlappen zeigen schwarze Flecken, dazwischen dunkelrothe derbe luftleere Stellen (acut lobuläre Infiltrate), desgleichen die unteren Lappen. Den letzteren entsprechend enthalten die Lungenalveolen Zellpfröpfe, mit und ohne Fibrin zwischen lymphoiden Zellen, dazwischen desquamirte Epithelien. Die Anordnung des Staubes dieselbe wie bei 64.	Die Vertheilung des Staubes in der Umgebung der Follikel, sowie in denselben die gleiche wie bei 64. In den centralen Abschnitten der Follikularstränge u. den umgebenden Lymphgängen vereinzelte Staubzellen.	Wie bei 64.	Wie bei 64.	Sehr starke Verbreiterung der interacinösen Bindegewebszüge, in ihnen zahlreiche Gallengänge, in d. Leberzellen spärliche gelbe Farbstoffkörnchen.
60. — weisses Kaninchen	vom 2. I. 83. — 28. VI. 83. — 24 Stund. täglich — 177 Tage	gestorben 28. VI. 83. — Versuchs-dauer 177 Tage	Die sämmtlichen Lappen tief schwarz gefärbt, aber von grösseren und kleineren dunkelrothen Herden (acuten Infiltraten) durchsetzt. An diesen Stellen dieselben Befunde wie bei 63. An den anderen Partien sind viele Lungenalveolen mit Russ überfüllt; derselbe ist zum Theil frei, zum Theil an Zellen gebunden. Die peribronchialen und perivasculären Bindegewebszüge verbreitert und zellig infiltrirt. Viel Russkörnchen in den Saftbahnen des interstitiellen Bindegewebes und in den Lymphknötchen.	Die Anordnung des Staubes dieselbe wie bei 63, nur massenhafter; ferner findet sich viel Russ zwischen den Fettzellen in der Umgebung der Drüsen.	Viel gelber Farbstoff in der gewöhnlichen Anordnung	Spärliche Farbstoffkörner u. -Kugeln.	In den peripheren Abschnitten der Acini Farbstoffkugeln und -körner, die Eisenreaction geben.

In der vorstehenden Tabelle I ist ein genügendes Material enthalten, um sich über die Vertheilung des Staubes in den einzelnen Lungenlappen, die Stätten der Ablagerung in den Lungen und Bronchialdrüsen, sowie über die Bahnen desselben bei der Russinhalation ein Urtheil zu bilden.

Was zunächst die der Menge des eingeathmeten Russes entsprechende Färbung der Lungen anbelangt, so war diese bei continuirlicher Inhalation nur ausnahmsweise eine mehr fleckige, gewöhnlich eine mehr gleichartige, namentlich bei intensiverer Qualmentwicklung. Bei manchen Versuchen liess sich ein Unterschied in der Schwärzung der einzelnen Lungenlappen nicht nachweisen; am häufigsten erschienen die oberen Lappen heller als die unteren. Während zwischen den beiden Seiten oben eine Differenz entweder gar nicht vorhanden war, mindestens eine Regelmässigkeit in dieser Hinsicht sich nicht feststellen liess, zeigte sich der rechte untere Lappen gewöhnlich dunkler gefärbt als der linke. Bei weniger starker Russinhalation hatte die Färbung der Lungen häufig eine mehr fleckige Beschaffenheit und erschienen die oberen Lappen dunkler und von zahlreicheren Flecken durchsetzt als die unteren Lappen, in denen diese zwar grösser, aber spärlicher waren. Dasselbe Resultat ergab sich bei Sistirung der Inhalation. Es vollzieht sich in solchen Fällen eine Aufhellung des Lungengewebes, welche mit der Dauer des zwischen Unterbrechung der Einathmung und Tod gelegenen Termins zunimmt und von unten nach oben fortschreitet.

Was das Verhalten des inhalirten Russes innerhalb der Trachea und Bronchien anbelangt, so wird solcher in allen Fällen, bei welchen eine Unterbrechung der Inhalation nicht stattgefunden hat, in grösserer Menge getroffen; aber auch in denjenigen Versuchen, bei welchen zwischen der Sistirung der Inhalation und dem Tod der Thiere ein längerer Termin verflossen war, fand sich ziemlich viel Russ noch innerhalb der Bronchien und zwar oft in einer Quantität, welche in umgekehrtem Verhältniss stand zu der Dauer der Unterbrechung. Der Russ ist meistens, sei er frei oder an Zellen gebunden, in Schleim eingebettet. Die Form und Grösse dieser intratrachealen und intrabronchialen Staubzellen variirt beträchtlich. Bald erscheinen sie so gross oder nur wenig grösser als lymphoide Zellen, bald sind sie beträchtlich grösser und haben eine mehr platte Form. Gewöhnlich liegt der Staub nur auf dem Epithel, zuweilen trifft man aber auch Staub frei und in Zellen eingeschlossen zwischen den Epithelien, sowie in der Schleimhaut. Es soll später erörtert

werden, ob diese Staubzellen, insofern sie von der Tracheal- beziehungsweise Bronchialschleimhaut abstammen, nur als lymphoide Zellen oder auch als umgewandelte Epithelien und ob die ersteren als in der Einwanderung oder Auswanderung begriffen zu betrachten sind; ich will deshalb hier nur noch darauf hinweisen, dass diese Staubzellen im Epithel und in der Mucosa namentlich an solchen Stellen der Bronchien getroffen werden, wo aussen der Bronchialwand mit Staub erfüllte Lymphfollikel anliegen (vgl. Taf. III Fig. 11).

Die Füllung der Lungenalveolen mit Staub und Staubzellen ist eine sehr verschiedene. Neben staubfreien Alveolen trifft man immer solche, welche einzelne Staubkörnchen oder Staubzellen enthalten, während andere mehr oder weniger vollständig mit solchen erfüllt sind. Es entspricht der Gehalt der Lungenalveolen an Staub im Allgemeinen der Färbung der Lungenabschnitte insofern, als an den heller gefärbten Stellen die Füllung der Lungenalveolen mit Staub eine weniger ausgiebige ist, als an den dunklen. Doch findet man immer auch an ihnen Alveolen und Alveolengruppen, welche ganz mit Staub gefüllt sind, neben solchen, welche nur vereinzelte Staubkörnchen und Staubzellen führen; umgekehrt kommen in den schwarz gefärbten Abschnitten immer staubfreie und nur wenig Staub enthaltende Alveolen neben strotzend mit Staub gefüllten vor; allerdings sind diese letzteren an den dunklen Partien zahlreicher als an den hellen. Erwähnen muss ich noch, dass ich Staubzellen in den Alveolen auch noch sehr lange Zeit nach der Sistirung der Inhalation gefunden habe, und zwar sowohl vereinzelt als auch in Form von die Lumina der Alveolen erfüllenden Pfröpfen. Der Staub liegt theils in dem Lumen der Lungenalveolen, theils wandständig; er ist bald an Zellen gebunden, bald nicht. Der im Lumen der Alveolen gelegene, nicht in Zellen eingeschlossene, Staub erscheint in Form von einzelnen runden, schwarzen Körnchen oder Haufen von solchen; selten erfüllen nur aus feinkörnigem Russ bestehende Ballen die ganze Alveole, gewöhnlich finden sich dazwischen mehr oder weniger mit Russ gefüllte Zellen. Die im Lumen gelegenen Staubzellen zeigen wesentliche Verschiedenheiten bezüglich der Form und Grösse, sowie des Staubgehaltes. Manche derselben stimmen in jeder Hinsicht mit lymphoiden Zellen überein oder unterscheiden sich von ihnen nur durch eine beträchtlichere Grösse; andere sind viel grösser, haben eine mehr platte Form, einen grossen bläschenförmigen Kern und hängen zuweilen membranartig zusammen, kurz sehen aus wie abgestossene Alveolarepithelien. Ohne

den folgenden Erörterungen ein Präjudiz schaffen und den Schein erwecken zu wollen, dass jede Staubzelle eine wohl charakterisirte Form darstelle, möchte ich im Interesse des Verständnisses und der Darstellung die ersteren als lymphoide, die letzteren als epitheliale Staubzellen bezeichnen. Bei den Russinhalationen werden, wie aus dem Gesagten hervorgeht, beide Formen getroffen; ja sie bilden nicht selten gemeinsam die Alveolarlumina erfüllende Staubpfröpfe. Doch wollte es mir scheinen, als ob namentlich in den ersten Tagen bei der Inhalation von Russ die lymphoiden Staubzellen spärlicher wären als die epithelialen. Die Füllung mit Staub ist bei beiden Zellarten eine sehr wechselnde; manchmal enthalten die Zellen nur vereinzelte, andermal sehr zahlreiche Russkörner oder aber sie sind derart mit Russ vollgestopft, dass man weder vom Protoplasma, noch vom Kern etwas zu sehen bekommt. Die Zellen sind dann gewöhnlich recht gross, ihr Kern, insofern er überhaupt kenntlich ist, färbt sich schlecht; sie machen den Eindruck, als wäre ihre Lebensfähigkeit beschränkt, während an anderen, weniger mit Staub erfüllten Zellen Bewegungserscheinungen vorkommen, und zwar, wie ich glaube, nicht nur an den lymphoiden, sondern auch an den epithelialen; betreffs der letzteren konnte ich allerdings zu einem ganz sicheren Urtheil nicht gelangen. Der wandständig aufsitzende Russ liegt sehr häufig an beliebigen Stellen der Alveolarwand auf; zuweilen zeigt er insofern eine gewisse Regelmässigkeit der Anordnung, als die feinen Russkörnchen reihenweise in den Räumen zwischen den Epithelzellen gelagert sind, ja nicht selten kommt auf diese Weise eine vollständige, den Intercellularräumen der Epithelien entsprechende sogenannte Kittleistenzeichnung zu Stande. Ob sie nur auf oder in der die Intercellularräume erfüllenden Substanz gelegen sind, kann bei der platten Beschaffenheit der Zellen und der geringen Höhe der Intercellularräume nicht entschieden werden. Dagegen sind Russkörner in der Substanz der Alveolarepithelien selbst zweifellos eingebettet.

Die Ablagerung des Russes in den Alveolarwänden und Alveolarsepten zeigt Verschiedenheiten je nach Dauer und Intensität der Inhalation. Bei kurzer und weniger ausgiebiger Verstäubung findet man an diesen Stellen gewöhnlich nur wenige Russkörner oder kleine Anhäufungen solcher. In den Interfibrillärräumen liegen dieselben mehr reihenförmig hinter einander, innerhalb der Saftlakunen dagegen in der Form kleiner Klümpchen; ob sie daselbst den fixen Bindegewebskörpern nur anhaften oder in deren Substanz

eingedrungen sind, ist mit Sicherheit nicht festzustellen; auch Staubzellen kommen in den Saftbahnen der interalveolären Bindegewebszüge vor, aber viel seltener, als ich es a priori erwartet hatte. Dauern die Inhalationen länger und waren sie intensiv, so sind sowohl die interfibrillären Räume als die Saftkanälchen und Saftlakunen ganz mit feinkörnigem Russ gefüllt, so dass stellenweise vollständige Injectionen der Saftbahnen mit Russ getroffen werden. In den Alveolarwänden bilden dann die Russmassen schwarze feine netzförmige, mit stellenweiser Verbreiterung versehene Linien, welche hauptsächlich an die Verzweigung der Capillargefässe sich anschliessen und die Anordnung der perivasculären Saftbahnen wiederholen. In solchen Fällen glaube ich wiederholt den Zusammenhang der innerhalb der perivasculären Saftbahnen gelegenen Russkörner mit den zwischen den Epithelien befindlichen beobachtet zu haben. Die Schwierigkeit eines solchen Nachweises nöthigt allerdings zur grössten Vorsicht bei einer solchen Annahme; die in dieser Hinsicht zu erwägenden Verhältnisse sollen später eine eingehendere Erörterung erfahren. Ob die sogenannten Septawinkel als die Lieblingsstellen für die Staubanhäufung zu betrachten sind, auch diese Frage bedarf einer besonderen Erwägung.

Ausgiebiger als an den bisher namhaft gemachten Stellen erfolgt die Ansammlung von Russ in den die Alveolargänge, die Bronchien und Blutgefässe umschliessenden Lymph- und Saftbahnen, sowie in den peribronchialen und perivasculären Lymphknötchen.

Um die Alveolargänge herum liegt der Staub sowohl in grösseren Spalten und Räumen, welche mit einem eigenen Endothel ausgekleidet sind, sowie innerhalb kleinerer lakunärer Räume, welche eines solchen entbehren, und endlich in dem an diese sich anschliessenden Saftkanalsystem. Das letztere zeigt eine sehr verschiedengradige und ungleiche Füllung mit Staub; bald sind es nur einzelne interfibrilläre Räume und Saftlakunen, welche einzelne Russkörnchen führen oder mit solchen erfüllt sind, zwischen ihnen vereinzelte Staubzellen, bald ist in grösserer Ausdehnung, allerdings immer im Anschluss an die grösseren Lymphräume, eine Staubinjection zu Stande gekommen; die letzteren erscheinen bald leer, bald mit feinkörnigem Russ und Staubzellen mehr oder weniger gefüllt.

Dieselben Differenzen ergeben sich bezüglich der peribronchialen Staubanhäufungen. Die grossen, die Bronchien umgebenden, Lymphgefässe und Lymphräume sind sehr häufig vollständig leer oder sie führen mässig viel feinkörnigen Staub und Staubzellen,

während sie in anderen Fällen und an anderen Stellen mit solchen Staubmassen vollgepfropft sind, so insbesondere bei sehr intensiver und bei sehr lange dauernder Russinhalation. Die die peribronchialen Lymphräume umgebenden Bindegewebsmassen enthalten immer Staub in bald grösserer, bald geringerer Menge, vorwiegend feine Körnchen, seltener zahlreichere Staubzellen; dieselben sind auch hier in den interfibrillären Räumen und den lakunären Erweiterungen des Saftkanalsystems, sowie in dessen feineren Ausläufern gelegen und zeigen im Wesentlichen dieselbe Anordnung wie die Staubablagerungen im periinfundibulären Bindegewebe. Bei massenhafter Füllung der Saftbahnen mit Staub ist ein Zusammenhang der interalveolären, periinfundibulären und peribronchialen Staubanhäufungen unter einander nachweisbar.

Während die bisher geschilderten Russablagerungen meistens eine mehr ungleichmässige, fleckweise ist, erscheint die perivasculäre nicht nur gleichmässiger, sondern auch ausgedehnter. Die grösseren Lymphräume sind auch hier häufiger leer, als mit Staub gefüllt; dagegen zeigen die Saftbahnen des umhüllenden Bindegewebes, wenigstens in der unmittelbaren Umgebung der ersteren, oft eine sehr vollständige Injection, die nicht selten in der Richtung der interalveolären Saftbahnen sich fortsetzend, zur Demonstration des continuirlichen Zusammenhanges dieser geeignet ist.

Ein ganz constanter Befund ist ein bald grösserer, bald geringerer Staubgehalt der peribronchialen und perivasculären Lymphknötchen. Der Staub liegt meistens innerhalb lymphoider, seltener im Innern grösserer Zellen, welche mit den intraalveolären Staubzellen betreffs Form und Grösse, kurz ihres ganzen Verhaltens, übereinstimmen. Ausserdem finden sich fast immer grössere rundliche und längliche Staubanhäufungen bald in der Mitte, bald mehr seitlich in den Lymphknötchen, welche scharf gegen die Umgebung begrenzt sind und aus feinkörnigem Staub, sowie aus grossen Staubzellen bestehen; in einem Lymphknötchen trifft man gewöhnlich nur eine, zuweilen aber auch zwei, selten mehrere solche Haufen. Dieselben kommen nicht nur bei länger, sondern auch bei kurz dauernden Inhalationen vor, wenn sie nur intensiv waren; ja in einigen Fällen habe ich dieselben beobachtet, ehe an anderen Stellen der Lymphknoten eine Staubablagerung erfolgt war. — Bei länger währenden Versuchen erscheinen mir die Lymphknötchen nicht nur grösser und zellreicher, sondern auch zahlreicher, als unter normalen Verhältnissen.

Ihrem anatomischen Wesen nach sind diese interalveolären, perinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Staubablagerungen in allen Lungenlappen dieselben; dagegen zeigen sie graduelle, den oben geschilderten Differenzen der intraalveolären Staubanhäufung proportionale Verschiedenheiten. Dem entsprechend war die Füllung der in Rede stehenden Saftbahnen in den unteren Lappen gewöhnlich stärker wie in den oberen, wenigstens bei längerer und ununterbrochener Inhalation, während bei kürzerer Dauer dieser die Staubanhäufung ebenso beträchtlich, wenn nicht beträchtlicher, in den oberen Lappen zu sein schien. War ein längerer Termin zwischen der Beendigung der Verstäubung und derjenigen des Versuchs abgelaufen, so führten die perivasculären und peribronchialen Saftbahnen zuweilen mehr Staub, als man nach dem Staubgehalt der Alveolen hätte erwarten sollen. Es hängt dies mit den in solchen Fällen nach beendeter Inhalation erfolgenden Veränderungen der Staubablagerung zusammen, wie sie weiter unten besprochen werden sollen. Die unteren Lungenlappen zeigen noch in einer anderen Beziehung einen von den oberen Lungenlappen abweichenden Befund, der sich aus der meistens grösseren Blutfülle der ersteren erklärt. Dieser entsprechend sind die Capillaren stärker dilatirt, treten mehr in die Alveolarlumina, diese verengend, vor; die interalveolären Septa erscheinen breiter; an solchen Stellen ist dann der Nachweis, dass die interalveolären Staubablagerungen wesentlich perivasculäre sind, leichter zu führen, als wenn die Gefässe kein Blut enthalten.

Bei der Darstellung der durch die Russinhalation gesetzten Veränderungen will ich zunächst derjenigen der Tracheal- und Bronchialschleimhaut gedenken. Es ist oben bereits des Befundes von Staubzellen auf dem Epithel und zwischen den Epithelzellen, sowie in der Schleimhaut gedacht worden, sowie eines mehr oder weniger dicken Schleimbelages. Sehr häufig, wenn auch keineswegs in constanter Weise zeigen die Epithelzellen eine Umwandlung zu Becherzellen; die Zahl dieser scheint allerdings in einem gewissen Verhältniss zu der Intensität der Alteration der Schleimhaut zu stehen; wenigstens habe ich sehr oft, wenn diese geringgradig war, nur wenige Becherzellen gefunden und umgekehrt. Die Becher sind zuweilen leer; sehr häufig enthalten sie einen aus hyaliner Substanz bestehenden Pfropf, in dem ein Kern bald nachweisbar ist, bald nicht. Sind Kerne vorhanden, so erscheinen sie auffallend hell und nehmen keine oder nur wenig Farbe an, während der im basalen Abschnitt der Zelle gelegene Kern gewöhnlich intensiv

sich tingirt. Zwischen beiden Kernen glaube ich wiederholt strangförmige und fadenartige Verbindungen beobachtet zu haben. Es würde dies darauf hinweisen, dass der Bildung von Becherzellen eine Kerntheilung vorausgehen kann. An den anderen Epithelzellen kommen solche Vorgänge sehr häufig vor; sowohl indirecte Segmentirung als auch indirecte Fragmentirung habe ich in den ersten Tagen und in späterer Zeit an ihnen wahrgenommen, die ersteren häufiger als die letzteren. Es kann somit kein Zweifel sein, dass Proliferationserscheinungen an den Epithelzellen der Trachea und Bronchien unter solchen Verhältnissen sich vollziehen, ob sie ausschliesslich als regeneratorische aufzufassen sind, soll später erörtert werden; dass manche dieser der Desquamation verfallen, ergibt sich aus dem Befund von grossen platten, Kerntheilungsfiguren enthaltenden, Zellen nicht nur unmittelbar unter dem Schleimbelag, sondern in diesem selbst. Das Urtheil über diese Verhältnisse wird dadurch sehr erschwert, dass zwischen den Epithelien Wanderzellen in mehr oder weniger grosser Zahl getroffen werden, welche gleichfalls Theilungserscheinungen darbieten. Aus diesem Grunde wage ich zum Beispiel nicht zu entscheiden, ob die Zellhaufen, welche man zuweilen in den Hohlräumen von Becherzellen findet, Theilungsproducte dieser Zellen oder Wanderzellen sind. — Die Schleimhaut und Submucosa zeigten bei längerdauernden Versuchen zellige Infiltration und Verdickung; bald waren die Veränderungen sehr geringgradig, bald beträchtlicher.

Die Veränderungen, welche durch den Russ im Lungengewebe selbst hervorgerufen werden, sind im Anfang wenigstens gering. Die auffallendste Erscheinung ist, wie bereits oben erwähnt wurde, Anhäufung von Russ in Form feinerer Körner, kleinerer und grösserer Ballen oder gebunden an Zellen, von denen die einen als ausgewanderte Zellen, die anderen als desquamirte Epithelien angesprochen wurden. Die nächste Folge der Staubinhalation wäre somit die Auswanderung der lymphoiden Zellen und die Abstossung der Epithelien in das Innere des Alveolarraumes. Doch schien insbesondere die erstere, aber auch die letztere bei den Russinhalationen viel weniger hochgradig als bei der Einathmung anderer Staubarten und zwar selbst bei sehr intensiver Verstäubung; wenigstens findet man bei diesen Versuchen viel mehr freien, nicht an Zellen gebundenen Staub, als bei anderen; ausschliesslich mit feinkörnigem Staub erfüllte Alveolen habe ich am häufigsten bei dieser Versuchsreihe getroffen.

Die Veränderungen in dem peribronchialen und perivasculären Bindegewebe sind bei den Versuchen mit kurzer Inhalationsdauer sehr geringe, indem nur in der Umgebung der Staubanhäufungen mässige zellige Infiltrationen zu Stande kommen; die interalveolären Bindegewebszüge sind meistens normal. Bei längerer Dauer allerdings erreichen die perivasculären und peribronchialen Infiltrate eine stärkere Entwicklung; die interalveolären Leisten werden in derselben Weise verändert, verdickt und verbreitert, gewöhnlich aber nur an solchen Alveolen und Alveolengruppen, welche mehr oder weniger vollständig mit Staub erfüllt sind. Wirkliche Bindegewebsneubildungen habe ich nur in Fällen von 3—4 monatlicher Russinhalation gefunden und auch da gewöhnlich nur im Anschluss an mit Staub vollgestopfte Alveolen und Alveolengruppen, also in mehr herdweiser Ausbreitung. Ziemlich häufig und zuweilen in sehr früher Zeit trifft man Alveolen und Alveolengruppen mit Pfröpfen erfüllt, kleine vesiculäre Pneumonien bildend. Dieselben bestehen gewöhnlich aus staubfreien und staubführenden desquamirten Epithelien, denen lymphoide Zellen beigemengt sind; selten bilden die letzteren Pfröpfe für sich; die umgebenden Bindegewebszüge sind meistens zellig infiltrirt (vgl. Taf. II Fig. 10). Aus diesen kleinen Herden werden mit der Zeit derbere Knoten, welche aus Gruppen von mit Zellen oder später mit feinkörniger Masse erfüllten Alveolen bestehen, deren Abgrenzung gegen die interalveolären Scheidewände immer undeutlicher wird, weil auch sie in eine compacte Gewebsmasse umgewandelt werden. Allerdings sind solche Herde bei der Russinhalation viel seltener als bei der Einathmung anderer Staubarten und treten eigentlich nur dann deutlicher hervor, wenn die anderen Lungenabschnitte wieder mehr staubfrei geworden sind und die Versuchsdauer eine längere gewesen ist. Auch der Befund von käsigen Herden in der Lunge darf nicht unerwähnt bleiben; zum Theil ist derselbe auf die Anwesenheit gleichzeitiger parasitischer Erkrankungen oder auf schon vor dem Versuch bestandene, derartige Affecte zu beziehen, wie schon aus der Thatsache hervorgeht, dass in dem einen Fall schon am siebenten Tage solche getroffen wurden. Der Erörterung der Frage, ob im Anschluss an solche Staubinhalationen tuberkulöse Erkrankungen vorkommen, darf ich nicht vorgreifen; es sollte an dieser Stelle nur auf die Thatsache hingewiesen werden.

Bemerkenswerth ist noch, dass manche der Versuchsthiere an acuten lobulären und lobären Pneumonien zu Grunde gegangen sind,

welche der Zusammensetzung der Pfröpfe nach bald den anatomischen Charakter katarrhalischer, bald denjenigen croupöser oder gemischter Formen darboten. Dieselben bestanden nämlich bald vorwiegend aus desquamirten Epithelien, welche in eine feinkörnige Masse eingebettet waren, bald aus Rundzellen mit und ohne Fibrineinlagerung zwischen denselben oder aber aus beiden Zellformen.

Die Bronchialdrüsen zeigten in allen Versuchen einen mehr oder weniger beträchtlichen, meistens schon mit unbewaffnetem Auge zu erkennenden Russgehalt; auch in den grossen, aus dem Lungenhilus austretenden und gegen die Lymphdrüsen ziehenden Lymphgefässen fand sich nicht selten Staub an Zellen gebunden, häufiger frei, oft mit Blut gemischt. Die Vertheilung des Russes pflegt eine ziemlich gesetzmässige zu sein. In der ersten Zeit trifft man denselben in den an der Aussenseite der Follikel gelegenen Lymphbahnen, selten frei, meistens an lymphoide Zellen gebunden, gleichzeitig aber auch an der inneren Seite der Follikel in Form grosser, rundlicher und länglicher, scharf begrenzter Anhäufungen frei und in grosse Staubzellen eingeschlossen. Dieselben gleichen am meisten den in den Lymphknötchen der Lunge beschriebenen Staubansammlungen. Die Follikel selbst, ebenso die Follikularstränge und Lymphgänge sind in der ersten Zeit vollständig staubfrei, wie aus dem folgenden Bericht sich ergeben wird. Bei dieser Versuchsreihe wurden schon am vierten Tage vereinzelte Staubkörnchen in den peripheren Abschnitten der Follikel gewöhnlich an kleine lymphoide Zellen gebunden, am siebenten Tage schon in den Anfängen der Follikularstränge beobachtet. In der nächsten Zeit rücken die Staubmassen sowohl in den Follikeln als in den Follikularsträngen vor, aber an beiden Stellen in sehr langsamer Weise; erst nach Ablauf der vierten Woche führen diese mehr Staub, aber auch nur in den äusseren Dritttheilen; in den angrenzenden Lymphgängen habe ich nach Ablauf von 48 Tagen nur vereinzelte Staubzellen gefunden. Bei den Versuchen 63 (154 Tage), 60 (177 Tage) enthalten die centralen Abschnitte der Follikularstränge vereinzelte Staubzellen, ebenso die angrenzenden Lymphgänge. Auch innerhalb der Follikel rückt der Staub nur sehr langsam vor; das Centrum derselben war auch bei den letzterwähnten Versuchen frei. Der Staub liegt in der späteren Zeit nicht nur in kleinen Rundzellen, sondern auch in spindelförmigen und verästigten Zellen. Bemerkenswerth ist der Befund von feinkörnigem Russ zwischen den die Drüsen umhüllenden Fettzellen. Die Füllung erstreckte sich in dem einen

Falle ziemlich weit ins Fettgewebe hinein. — Der Staubgehalt der Bronchialdrüsen entspricht im Allgemeinen der Intensität und Dauer der Verstäubung, sowie der davon abhängigen Staubablagerung in den Lungen; bei einigen Versuchen jedoch schien mir der Russgehalt der Bronchialdrüsen verhältnissmässig grösser zu sein wie derjenige der Lungen; auch hinsichtlich der Vertheilung des Staubes in den einzelnen Drüsen, sowie in derselben Drüse habe ich nicht selten eine Gesetzmässigkeit vermisst. In denjenigen Versuchen, bei welchen die Verstäubung ausgesetzt wurde, nimmt der Gehalt der Lymphräume an der Aussenseite der Follikel rasch ab, ohne aber ganz zu verschwinden, wenigstens habe ich noch nach längerer Aussetzung der Inhalation (vgl. Versuch 96, 97, 101 und 102) vereinzelte Staubzellen an diesen Stellen gefunden. Dagegen zeigen die grossen Staubanhäufungen an der inneren Seite der Follikel eine grössere Constanz; ich habe sie auch nach längerer Sistirung der Inhalation nicht vermisst.

Ausser dem Russ trifft man in den Bronchialdrüsen sehr häufig goldgelbes Pigment, das mit Schwefelammonium, sowie mit Ferrocyankalium und Salzsäure deutliche Eisenreaction gibt. Dasselbe wird oft mit Russ gemischt an der Innenseite der Follikel in den grossen Staubhaufen gefunden, ebenso in den Follikularsträngen; ein wesentlicher Unterschied in der Anordnung ist der, dass diese gelben Pigmentmassen auch in den centralen Abschnitten der Follikularstränge und in sehr grosser Menge im Innern der centralen Lymphgänge vorkommen. Bei längerer Versuchsdauer scheinen die Bronchialdrüsen an Umfang zuzunehmen; sie werden reicher an lymphoiden Zellen und in den Lymphgängen an grossen Zellen.

Betreffs der Befunde in anderen Organen will ich zunächst der sehr bemerkenswerthen Thatsache gedenken, dass weder in der Milz noch in der Leber, noch in dem Knochenmark Farbstoffpartikelchen sich gefunden haben, welche ich ihren Eigenschaften und ihrer Anordnung nach als von den Lungen aus importirte Russkörner zu betrachten mich für berechtigt halte; die Ausführung bleibt einer späteren Erörterung vorbehalten. Sehr häufig trifft man dagegen in den genannten Organen goldgelbes Pigment, das sehr deutliche Eisenreaction gibt. Besonders massenhaft pflegt dasselbe in der Milzpulpa zu sein, während die Malpighischen Körper ganz frei sind oder solches nur in den peripherischen Abschnitten enthalten. In der Milzpulpa liegt das Pigment in Form kleinerer Körnchen oder grösserer Kugeln sowohl zwischen den Zellen als im Innern derselben, sowie

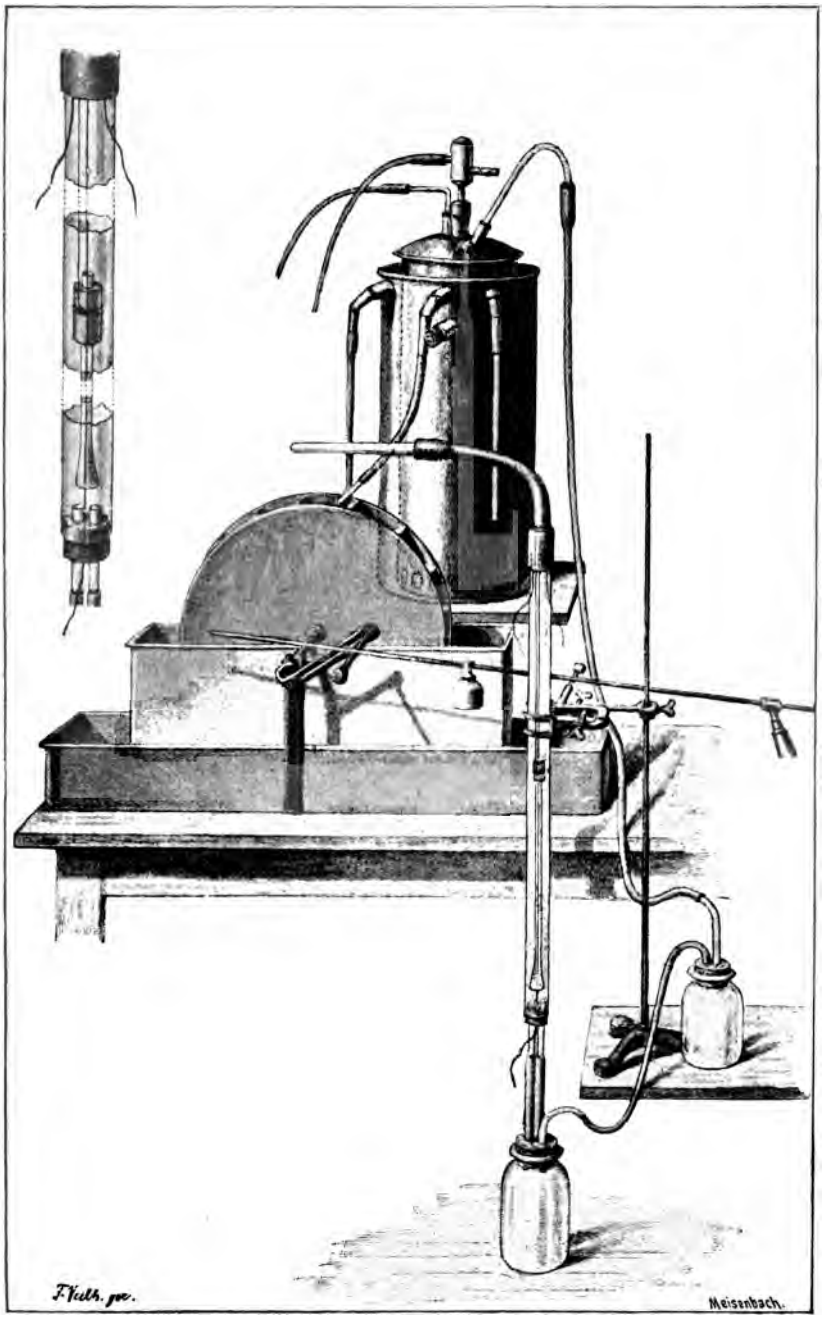
innerhalb der sinuösen Gefässräume. Das Knochenmark ist gleichfalls an solchem gelben Pigment bald reicher, bald ärmer; auch hier ist es theils extra-, theils intracellulär gelegen. In der Leber findet sich dasselbe bald frei, bald an Zellen gebunden sowohl innerhalb der Gefässe als perivasculär. Die Leberzellen selbst enthalten sehr oft feine bräunliche Körnchen und Fädchen, die mit Ferrocyankali intensiv blau sich färben; ja zuweilen werden die Zellen ganz von solchen blauen Körnchen und Fädchen durchsetzt. Die interacinösen Bindegewebszüge der Leber zeigen sehr oft theils circumscripte, theils ausgedehntere Anhäufungen von Rundzellen und dem entsprechende Verbreiterung, sowie Neubildung von Gallengängen an solchen Stellen. Auch käsige Knoten und Knötchen mit Riesenzellen kommen in der Leber häufig gleichzeitig mit ähnlichen Befunden in anderen Organen, zuweilen aber auch auf die Leber beschränkt, in dem letzteren Falle hauptsächlich im Anschluss an mehr isolirte parasitäre Erkrankungen dieses Organs, vor.

2. Versuche über Inhalation von Ultramarin.

Der Apparat, welcher bei dieser Versuchsreihe Verwendung fand, besteht aus einem 78 Ctm. (im Lichten) langen, 44 Ctm. breiten und 49 Ctm. hohen Kasten, in dessen vordere Wand eine dicke Glasscheibe eingesetzt ist. An den Schmalseiten sind oben je zwei Oeffnungen, welche theils der Ventilation, theils zur Einfuhr der Staubkanüle dienen, angebracht; ebensolche finden sich an der Decke des Kastens. Der Boden desselben ist mit einem durchlöcherten Brett gedeckt, unter dem ich einen abnehmbaren, zur Aufnahme von Koth und Urin bestimmten, Zinkbehälter angebracht habe. Aus diesem kann der Harn durch Röhrchen jederzeit frei abfliessen. Den Staub erzeuge ich in einer 67 Ctm. langen, 2 Ctm. weiten dickwandigen Glasröhre, auf welche oben mittelst eines dicken Gummischlauches die in den Staubkasten einzuführende Kanüle eingesetzt wird (Fig. B S. 29). Unten ist die Staubröhre durch einen doppelt durchbohrten Gummipfropfen verschlossen, durch welchen zwei Glasröhren so geführt sind, dass sie mit den bis auf feine Oeffnungen zugeschmolzenen Enden nur wenig über die obere Fläche des Pfropfens vorstehen. Je feiner die Staubart, desto enger müssen die Oeffnungen in den Glasröhrchen sein, weil sonst zu viel Staub durch dieselben in den unter der Staubröhre zu diesem Zweck angebrachten Glasbehälter zurückläuft (Fig. B S. 29). In die grosse Staubröhre wird eine zweite,

9 Mm. weite, 30—35 Ctm. lange, unten trichterförmig erweiterte Glasröhre eingeführt und durch folgende sehr einfache Vorrichtung über den Oeffnungen der Glaskanülen schwebend erhalten. Man führt neben einer der Glaskanülen einen mässig starken Bindfaden zwischen Glas und Gummipfropf ein, durch die dünnere Glasröhre nach oben heraus und klemmt ihn zwischen der Wand der weiten Staubröhre und dem das obere Ende dieser umschliessenden Gummiring ein. Durch diese Fixation wird der Faden gespannt erhalten und kann jederzeit durch Anziehen an dem oberen oder unteren Ende noch stärker gespannt werden. Während durch diese Vorrichtung die Aufstellung des unteren Theiles der inneren Staubröhre in der Richtung der Glaskanülen gesichert ist, kann man durch einen Faden, welcher an dem oberen Ende der inneren Staubröhre befestigt und oben zwischen Gummiring und Staubkanüle herausgeführt ist, die Entfernung von der Mündung der Glaskanülen beliebig vergrössern, indem man den Faden anzieht. Vor dem Einfüllen des Staubes in das weite Staubrohr richtet man durch Anziehen der beiden Fäden die innere Staubröhre so, dass sie in der Mitte steht und ihr unteres trichterförmiges Ende der Mündung der Kanülen möglichst genähert ist, ohne dieselbe zu berühren. Die Staubmenge, welche durch das innere Rohr geblasen wird, ist bei dieser Stellung eine sehr geringe, weil nur wenig Staub zwischen den Glaskanülen und dem Trichter Platz hat. Vergrössert man durch Zug an dem Faden, welcher am oberen Ende der inneren Staubröhre befestigt ist, den Abstand zwischen diesen allmählich, so wird die Staubentwicklung eine intensivere. Auf diese Weise ist diese somit zu reguliren; doch darf andererseits der Abstand zwischen dem Trichter und den Glaskanülen nicht zu gross werden, weil die Lichtung des ersteren durch zu grosse Staubmassen leicht verlegt wird. Die Bildung von Staubpfröpfen im Innern der engeren Staubröhre wird durch den dieselbe durchziehenden Faden verhindert. Derselbe dient somit einem doppelten Zweck. Die Menge des Staubes, welche man in die weite Staubröhre einfüllt, hängt von der Feinheit des Korns und seiner Schwere ab; unter allen Verhältnissen muss das obere Ende der inneren Staubröhre über die Staubsäule vorstehen. Wird Luft mittelst des gleich zu beschreibenden Apparates durch die Kanülen dem Trichter der inneren Staubröhre zugeführt, so wird der in demselben befindliche Staub mit mehr oder weniger grosser Gewalt durch die innere Staubröhre durchgeschleudert und zum Theil durch die Staubkanüle abgeführt. Ein anderer

Figur B.



Theil fällt in das weite Staubrohr zurück, rückt nach unten immer weiter vor und kommt mit der Zeit wieder vor den Trichter, um wieder durch die Staubröhre zu passiren. Auf diese Weise wird endlich der feine Staub vollständig abgeführt, während das grobe Korn zurückbleibt. Selbstverständlich muss der Staub von Zeit zu Zeit, 3 bis 4 mal innerhalb 24 Stunden, erneuert werden; es wechselt auch dieses Erforderniss nach der Qualität der Staubart. Die Intensität der Verstäubung kann regulirt werden sowohl durch die Veränderung des Abstandes des kleinen Trichters von der Mündung der Kanülen, sowie der Quantität der zuströmenden Luft und des Druckes, unter welchem dieselbe steht. Behufs der Luftzufuhr bediente ich mich einer FISCHER'schen Wasserstrahlluftpumpe. Dieselbe ist in einen oben verschlossenen, unten offenen, 50 Ctm. hohen, 15 Ctm. weiten Zinkbehälter eingesetzt, dieser aber in einem zweiten ebenso hohen, 20 Ctm. weiten, oben offenen, unten geschlossenen Behälter derart befestigt, dass der untere Rand des ersteren von dem Boden des letzteren etwas absteht (Fig. B S. 29)*). In dem Deckel des inneren Cylinders sind ausser der für die Wasserstrahlluftpumpe bestimmten Oeffnung noch zwei andere Oeffnungen angebracht. Von den durch denselben eingeführten Glaskanülen dient die eine zur Abfuhr der Luft, die andere steht mit einem Manometer in Verbindung. An dem äusseren Cylinder befinden sich in einer Entfernung von 2,5 und 9 Ctm. vom oberen Rand drei 2 Ctm. weite Abflussröhren. Die oberste derselben dient dem Ueberlauf, in die zweite wird ein Gummischlauch eingesetzt, durch welchen das Wasser zu einem Wasserrad abfliesst. Die dritte Röhre wird durch einen Gummipfropfen verschlossen; will man einen geringeren Druck erzielen, so setzt man in diese das Ausflussrohr ein und benutzt die beiden oberen als Ueberlauf. Die Luft wird aus dem inneren Cylinder mittelst eines Gummischlauches durch ein mit Chlorcalcium gefülltes Gefäss und von da in den unter der weiten Staubröhre befestigten Staubbehälter geleitet, die Zufuhr von Luft durch Klemmen regulirt. Das Wasserrad treibt einen Schüttelapparat. Ein elastischer Stab, welcher durch einen an der Axe des Wasserrades befestigten Arm gehoben wird, schlägt beim Zurückschnellen auf einen anderen an der Staubröhre befestigten Stab. Durch diese Vorrichtung wird eine ge-

*) Bezüglich der Einzelheiten dieses Apparates bitte ich die Arbeit von WEIL und THOMA (Virchow's Arch. Bd. 75. 1879) zu vergleichen; ich habe denselben für meine Zwecke modificirt.

nügende Mischung des Staubes erreicht und eine Trichterbildung in demselben verhütet.*) Behufs Empfehlung dieses Apparates will ich noch erwähnen, dass er in jedem beliebigen Raum, ja selbst im Freien aufgestellt werden kann: eine Eigenschaft, die gerade bei solchen Versuchen als eine sehr schätzenswerthe bezeichnet werden darf. Ich habe bei dieser Versuchsreihe eine Gemenge von Smirgel und Ultramarin verstäubt, weil der Ultramarin allein sich zusammenballt und keinen ordentlichen Staub liefert, nach Abreibung mit Smirgel aber zu diesem Zweck ganz brauchbar ist. Den Ultramarin aber wählte ich, weil es mir wünschenswerth schien, eine Reihe von Versuchen mit diesem Farbstoff anzustellen, welcher wegen seiner intensiven und eigenartigen Farbe makroskopisch und mikroskopisch leicht zu erkennen ist und mit Pigmenten des Körpers nicht verwechselt werden kann. Die Ultramarinkörner sind theils sehr fein und klein, theils grösser; die ersteren haben eine mehr rundliche, immerhin unregelmässige, die letzteren eine mehr eckige Form. Durch Abreiben mit Smirgel wird die Farbe nicht beeinträchtigt, dagegen schien es mir, als ob diese in den Geweben eine weniger leuchtende sei und später an Intensität immer mehr abnehme. Dennoch hat es keine Schwierigkeiten, auch das kleinste Korn als solches zu erkennen.

*) Betreffs des Schüttelapparates erlaube ich mir auf eine frühere Mittheilung (Virchow's Arch. Bd. 80. 1880) zu verweisen, in der derselbe allerdings behufs anderer Verwendung beschrieben sich befindet.

Tabelle II. Versuche über Inhalation von Ultramarin geordnet nach der Inhalationsdauer.

Versuchs-nummer u. Versuchs-thier	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchs-dauer	Bronchien, Lungen ect.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochen-mark	Leber.
92. — schwarz-weiss gefleckte Kaninchen	vom 22. XII. 84. Morg. 9 U. bis 22. XII. 84. Morg. 12 U. — 3 Stunden	getödtet 22. XII. 84. Morg. 12 U. — Versuchsdauer 3 Stunden	Die Lungen zeigen entsprechend den oberen Lappen eine kaum wahrnehmbare bläuliche Färbung; an den unteren Lappen ist die Färbung durch grossen Blutreichthum ganz verdeckt. In einzelnen Lungenalveolen lymphoide und epitheliale Staubzellen; die letzteren sind etwas zahlreicher und liegen theils frei im Lumen, theils wandständig; freier Staub und Staubzellen in den peribronchialen und perivasculären Lymphknötchen.	Vereinzelte freie Staubkörnchen u. Staubzellen an der äusseren Seite der Follikel; ebensolche Massen in den zuführenden Lymphstämmen.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
36. — graues Kaninchen — Tracheotomie	vom 25. XI. 79. Morg. 9— 11 U. u. Mittg. von 2—3 U. — 3 Stunden	getödtet 26. XI. 79. Morg. 10 U. — 19 Stund. nach Sistirung der Inhalation — Versuchsdauer 25 Stunden	Der obere Lappen der linken Lunge collabirt, die zuführenden Bronchien mit Ultramarin verstopft; an den anderen Lungenlappen ist das Gewebe lufthaltig, zeigt zahlreiche blaue Flecken; dieselben sind am oberen Lappen der rechten Lunge etwas zahlreicher als an den unteren Lappen, an denen ein Unterschied der Färbung nicht nachweisbar ist. Viele Lungenalveolen enthalten lymphoide und epitheliale Staubzellen, sowie Wanderzellen und desquamirte Epithelien, welche staubfrei sind.	Spärliche Farbstoffkörnchen frei u. an Zellen gebunden, an der Aussenseite der Follikel.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
83. — kleines weissgelb gefleckte Kaninchen	vom 2. XII. 84. Morg. 9¼ U. bis 2. XII. 84. Mittg. 3¼ U. — 6 Stunden	getödtet 2. XII. 84. Mittg. 3¼ U. — Versuchsdauer 6 Stunden	Alle Lungenlappen sehr blutreich; an den oberen Lappen eine fleckige blaue Zeichnung kenntlich, rechts deutlicher wie links; an den unteren Lappen keine Färbung nachweisbar. Im oberen Lappen der rechten Lunge ziemlich viele wandständige und einzelne desquamirte staubführende Epithelien, sowie vereinzelte, theils Staub enthaltende, theils staubfreie Wanderzellen. Die Lymphknötchen enthalten Staub. Derselbe Befund in den anderen Lappen, nur sind die Staubmassen daselbst etwas spärlicher.	An der äusseren und inneren Seite der Follikel spärliche Farbstoffkörnchen und Staubzellen; diese sind an der äusseren Seite etwas zahlreicher als an der inneren.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht

— mittelgrosses graues Kaninchen	84. Morg. 6 U. bis 31. XII. 84. Abds. 6 U. — 12 Stunden	31. XII. 84. Abds. 6 U. — Versuchsdauer 12 Stunden	deutlicher Unterschied zwischen links und rechts; auch an den unteren sehr blutreichen Lappen ist eine Färbung kenntlich, dieselbe scheint rechts etwas deutlicher wie links; doch ist der Unterschied nicht gross. In den Lungenalveolen freie und wandständige epitheliale, sowie lymphoide Staubzellen; Staub in den Lymphknötchen.	ordnung wie bei 83; Staub und Blut in den grossen interglandulären Lymphgefässen.	untersucht	untersucht	untersucht
93. — gelbes mittelgrosses Kaninchen	vom 22. XII. 84. Abds. 6 U. bis 23. XII. 84. Morg. 12 U. — 18 Stunden	getödtet 23. XII. 84. Morg. 12 U. — Versuchsdauer 18 Stunden	Alle Lungenlappen sehr blutreich, an keinem eine deutliche Färbung vorhanden. Die Lungenalveolen entsprechend einer beträchtlichen Erweiterung der Capillaren verengt; dieselben enthalten spärliche freie u. wandständige epitheliale Staubzellen, sowie lymphoide Zellen, die Staub führen; in den Lymphknötchen freier und an Zellen gebundener Staub.	Freier Staub u. Staubzellen an d. äusseren Seite d. Follikel; an d. Innenseite runde Staubanhäufg., an denselben Stellen viel goldgelbes Pigment, in d. gross. intergland. Lymphgefässen Staub u. Blut.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
91. — schwarzes mittelgrosses Kaninchen	vom 20. XII. 84. Morg. 10 U. bis 21. XII. 84. Morg. 10 U. — 24 Stunden	getödtet 21. XII. 84. Morg. 10 U. — Versuchsdauer 24 Stunden	Die oberen Lappen deutlich hellblau gefärbt, rechts etwas mehr wie links; Unterschied unbedeutend; auch die unteren Lappen zeigen blaue Färbung rechts mehr wie links; doch ist dieselbe wegen grossen Blutgehaltes nicht ausgesprochen. In den Lungenalveolen bald spärliche, bald zahlreichere lymphoide und epitheliale Staubzellen, die letzteren liegen sowohl frei im Lumen als auch wandständig.	Die Anordnung des Staubes dieselbe, wie bei 93; auch hier neben dem Staub viel gelbes Pigment.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
91. — braunes mittelgrosses Kaninchen	vom 30. XII. 84. Morg. 6 U. bis 31. XII. 84. Abds. 6 U. — 36 Stunden	getödtet 31. XII. 84. Abds. 6 U. — Versuchsdauer 36 Stunden	Die Lungenlappen ziemlich gleichmässig hellblau gefärbt; ein deutlicher Unterschied in der Färbung besteht weder zwischen oben und unten, noch zwischen beiden Seiten. Das Verhalten der Staubzellen wie bei 91; nur sind sie zahlreicher, namentlich die epithelialen; in den Lymphknötchen viel Staub.	Dieselbe Anordnung d. Staubes wie bei 93; das gelbe Pigment etwas spärlicher.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
88. — braunes mittelgrosses Kaninchen	vom 3. XII. 84. Morg. 9 U. bis 5. XII. 84. Morg. 10 U. — 49 Stunden	getödtet 5. XII. 84. Morg. 10 U. — Versuchsdauer 49 Stunden	Eine gleichmässige hellblaue Färbung aller Lungenlappen; ein deutlicher Unterschied in der Färbung zwischen oben und unten, links und rechts nicht zu erkennen. In den Lungenalveolen viele Staubzellen in der gewöhnlichen Anordnung; in den Lymphknötchen, den perivasculären und peribronchialen Lymphgefässen freie Staubkörner und Staubzellen.	Mässig viel Staub theils frei, theils an Zellen gebunden, sowohl an der äusseren als inneren Seite der Follikel. Staub in d. interglandulären Lymphgefässen.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht

Versuchsnummer u. Versuchsthier	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchsdauer	Bronchien, Lungen etc.; makroskopischer und mikkroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochenmark	Leber.
90. — Kaninchen	vom 16. XII. 84. Morg. 9 U. bis 20. XII. 84. Morg. 9 U. — 4 Tage — täglich 24 Stunden	getödtet 20. XII. 84. Morg. 9 U. — Versuchsdauer 4 Tage	Die beiden Lungen blau gefärbt, der untere rechte Lappen etwas stärker, sonst kein deutlicher Unterschied in der Färbung; Blutungen an verschiedenen Stellen. Einzelne Lungenalveolen mit Pfröpfen erfüllt, welche aus einer feinkörnigen Masse, Wanderzellen, desquamirten Epithelien und Staub bestehen; in anderen Alveolen mehr vereinzelte lymphoide und epitheliale Staubzellen; Staubkörnchen in den interfibrillären Räumen u. Saftbahnen d. interstitiellen Bindegewebes.	Die Vertheilung des Staubes die gewöhnliche; Staub und Blut in den interglandulären Lymphgefässen. In den Vasis efferentibus weder Staub noch Blut.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
89. — gelbes Kaninchen	vom 9. XII. 84. Abds. 6 U. bis 15. XII. 84. Abds. 6 U. — 6 Tage — täglich 24 Stunden	getödtet 15. XII. 84. Abds. 6 U. — Versuchsdauer 6 Tage	Alle Lungenlappen gleichmässig blau gefärbt, nur der rechte untere Lappen ist etwas dunkler als der linke. Sehr viele Lungenalveolen enthalten Staubzellen und zwar mehr lymphoide als epitheliale; einzelne Lungenalveolen sind vollständig mit ersteren erfüllt. Die interfibrillären Räume der interalveolären Leisten enthalten stellenweise feine Staubkörnchen, namentlich entsprechend den fixen Zellen. In den Lymphknötchen viel Staub; auch einige grössere Lymphgefässe enthalten freien Staub und Staubzellen.	Staubkörnchen und Staubzellenperifollikulär, innen und aussen; auch Staub in den peripheren Abschnitten der Follikel.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
81. — mittelgrosses graues Kaninchen	v. 25. XI. 84. bis 4. XII. 84. — täglich 24 Stunden — 9 Tage	gestorben 4. XII. 84. — Versuchsdauer 9 Tage	Der rechte obere Lappen enthält mehr Farbstoff wie der linke obere, ebenso der rechte untere verglichen mit dem linken unteren. Die Lungenalveolen enthalten viele lymphoide, namentlich aber epitheliale Staubzellen; letztere liegen theils frei im Lumen, theils wandständig; in den Lymphwarzen gleichfalls Staub.	Dieselbe Anordnung d. Staubes wie bei 89.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
42. — weisses Kaninchen	v. 25. II. 80. bis 16. III. 80. — täglich von 9—5 U. — 19 Tage	getödtet 16. III. 80. — Versuchsdauer 19 Tage	Die Lungen ziemlich gleichmässig blau gefärbt, die oberen etwas weniger wie die unteren, zwischen beiden Seiten kein deutlicher Unterschied. Zahlreiche Alveolen, welche desquamirte staubführende Epithelien enthalten. In den perivasculären u. peribronchialen Lymphknötchen Staub.	Staub in der gewöhnlichen Anordnung.	In der Milzpulpa viel gelber, Eisenreact. gebender Farbstoff.	Im Knochenmark derselbe Befund; nur ist der gelbe Farbstoff etwas spärlicher.	Vereinzelte gelbe Körnchen in d. peripherischen Leberzell.
87.	v. 2. XII. 84. bis 2. I. 85.	getödtet 7. I. 86.	Die sämmtlichen Lungenlappen blau gefärbt, oben rechts etwas mehr wie links, unten kein	An der Aussenseite der Follikel vereinz. Staubz.,	Mässig viel gelbes kör-	Wenig gelbes Pigment.	Ebenso in der Leber.

Kaninchen	täglich von 6 U. Abds. bis 6 U. Morg. — 31 Tage	5 Tage nach Sistir. d. Inhal. — Versuchsdauer 36 Tage	nicht auffallend. Die Lungenalveolen enthalten ziemlich viel epitheliale Staubzellen, weniger lymphoide; die ersteren liegen theils frei im Lumen, theils wandständig. In den Lymphknötchen Staub.	Haufen von Staub an der Innens. d. Foll.; ebensolcher in d. Anfängen d. Follikulärstränge, sowie in d. umgebend. Lymphgängen.	kugliges Pigment.		
86. — mittelgrosses weisses Kaninchen	v. 2. XII. 84. bis 2. I. 85. — von 6 U. Abds. bis 6 U. Morg. täglich — 31 Tage	getödtet 12. I. 85. — 10 Tage nach sistirt. Inhal. — Versuchsdauer 41 Tage	Alle Lungenlappen hellblau gefärbt, kein deutlicher Unterschied zwischen links und rechts, oben und unten. Einzelne Alveolen ganz mit grossen Staubzellen gefüllt, andere enthalten nur einzelne Staubzellen frei im Lumen u. wandständig. Viel Staub in den Lymphknötchen, weniger perivasculär und peribronchial.	Wenige Staubzellen an der äusseren, viele an d. inneren Seite der Follikel und in den Anfängen der Follikularstränge.	In der Milzpulpa ziemlich viel gelbes Pigment.	Wenig gelbes Pigment.	Ebenso in der Leber.
82. — mittelgrosses blaugraues Kaninchen	v. 25. XI. 84. bis 26. XII. 84. — täglich von 8 U. Morg. bis 6 U. Abds. — 31 Tage	getödtet 10. I. 85. — 15 Tage nach sistirter Inhalation — Versuchsdauer 46 Tage	Hellblaue Färbung der Lungenlappen, rechts oben etwas mehr wie links oben; unten kein deutlicher Unterschied zwischen links und rechts. Einzelne Lungenalveolen mit Staubzellen erfüllt, in der Umgebung derselben zellige Infiltration; die meisten enthalten nur vereinzelte Staubzellen; in den Lymphknötchen sehr viel Staub, ebenso in den peribronchialen und perivasculären Räumen; auch in der Umgebung dieser zellige Infiltration.	Vertheilung d. Staubes wie bei 86.	Viel gelbes Pigment in d. gewöhnlichen Anordnung.	Wie bei 86.	Bindegewebe vermehrt, ebenso die Gallengänge.
85. — grosses weisses Kaninchen	v. 2. XII. 84. bis 2. I. 85. — täglich von 6 U. Abds. bis 6 U. Morg. — 31 Tage	getödtet 2. II. 85. — 31 Tage nach sistirter Inhalation — Versuchsdauer 62 Tage	Die oberen Lappen schwach blau gefärbt, kein deutlicher Unterschied zwischen links u. rechts; an den unteren Lappen, die sehr blutreich sind, ist nur auf dem Durchschnitt eine blaue fleckige Färbung zu erkennen, auch hier kein nachweisbarer Unterschied zwischen links und rechts. Die Anordnung des Staubes in den Lungenalveolen, dem interstitiellen Bindegewebe und in den Lymphknötchen wie bei 82.	Vertheilung d. Staubes in den Rindenschichten wie bei 86 u. 82; in den Follikularsträngen ist d. Staub weiter gegen die Mitte vorgedrungen.	Mässig viel goldgelbes Pigment.	Wenig gelbes Pigment.	Stellenw. mehr Bindegewebe; gelbe Pigmentkörnchen in d. peripheren Leberzell.
84. — grosses weisses Kaninchen	v. 2. XII. 84. bis 2. I. 85. — täglich von 6 U. Abds. bis 6 U. Morg. — 31 Tage	getödtet 4. III. 85. — 61 Tage nach sistirter Inhalation — Versuchsdauer 92 Tage	Die oberen Lappen beider Lungen fleckig blau gefärbt, links etwas deutlicher wie rechts; auch die unteren Lappen zeigen fleckig blaue Färbung etwas schwächer wie oben; zwischen links und rechts kein erkennbarer Unterschied. Einzelne Staubzellen enthaltende Alveolen, sowie solche, welche mit Staub gefüllt sind. Der Staub ist auch hier an Zellen gebunden oder in eine feinkörnige Masse eingebettet. Die umgebenden Bindegewebszüge zwischen den stauberfüllten Alveolen, sowie in deren Umgebung zellig infiltrirt u. verdickt; auch die peribronchialen u. perivasculären Scheiden Staub führend und zellig infiltrirt.	An der Aussenseite der Follikel vereinzelte Staubzellen; an der Innenseite grosse Anhäufungen von Staub; auch die Follikularstränge führen Staub in ziemlicher Menge.	Ziemlich viel gelbes Pigment in der Pulpa.	Wenig gelbes Pigment.	Vereinzelte, gelbes Pigment enthaltende Zellen intra- u. perivasculär.

Versuchs-nummer u. Versuchs-thier	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchs-dauer	Bronchien, Lungen etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochen-mark	Leber.
80. — grosses graues Kaninchen	v. 25. XII. 84. bis 26. XII. 84. — täglich von 8 U. Morg. bis 6 U. Abds. — 31 Tage	getödtet 25. IV. 85. — 120 Tage nach Sistirung der Inhalation — Versuchsdauer 151 Tage	Die beiden Lungen enthalten in den oberen Lappen eigenthümlich graue Herde, welche derb sind und stellenweise confluiren; diese Herde, sowie das ganze Gewebe zeigen eine kaum kenntliche blaue Färbung; dieselben Befunde in den unteren Lappen; links scheinen die Herde oben und unten etwas zahlreicher wie rechts. In den sämmtlichen Lappen ziemlich viele Alveolen, die in Schleim eingebettete Staubmassen enthalten; in anderen Staubzellen. Entsprechend den Herden sind die Alveolen mit solchen gefüllt, das Zwischenbindegewebe stark infiltrirt. An einzelnen Stellen rundliche und längliche, mit hohem Epithel ausgekleidete Hohlräume, welche Staub führen und mit den Bronchien communiciren.	An der Aussenseite der Follikel vereinzelte Staubzellen. Grosse Staubanhäufungen an der inneren Seite derselben und in den Follikularsträngen. In diesen ist der Staub ziemlich weit vorgerückt; centrale Abschnitte und Lymphgänge frei.	Ziemlich viel gelbes Pigment.	Wenig gelbes Pigment.	Stellenweise Hyperplasie des interacinösen Bindegewebes.
79. — grosses graugelbes Kaninchen	v. 25. XI. 84. bis 26. XII. 84. — täglich von 8 U. Morg. bis 6 U. Abds. — 31 Tage	getödtet 4. VIII. 85. — 221 Tage nach Sistirung der Inhalation — Versuchsdauer 252 Tage	Die sämmtlichen Lungenlappen sind lufthaltig und elastisch, enthalten aber vereinzelte graue derbere Stellen; an diesen sind die Lungenalveolen mit Pfröpfen gefüllt, die aus einem Gemenge von Schleim und Staub bestehen. Die interalveolären Leisten an zahlreichen Stellen verdickt u. zellig infiltrirt, zuweilen in ziemlicher Ausdehnung; um die Gefässe und Bronchien Staubanhäufungen, ebenso in den lymphatischen Knötchen.	Der Befund im Wesentlichen derselbe; nur enthalten die centralen Follikularstränge mehr Staub; in den Lymphgängen nur vereinzelte Staubzellen.	Viel gelbes Pigment in der gewöhnlich. Anordnung.	Wenig gelbes Pigment.	Wenig gelbes Pigment; Wucherung des interacinösen Bindegewebes und der Gallengänge.
41. — schwarzes Kaninchen	v. 11. II. 80. bis 30. IV. 80. — täglich von 9—5 U. — 78 Tage	gestorben 30. IV. 80. — Versuchsdauer 78 Tage	Die Lungen fleckig-blau gefärbt, der rechte obere Lappen stärker wie der linke; die unteren Lappen zeigen ziemlich gleiche Färbung; dieselben sind weniger lufthaltig, lobulären Herden entsprechend. Viele Lungenalveolen enthalten grosse platte, theils staubfreie, theils staubführende Zellen; andere sind mit einer feinkörnigen Masse erfüllt; die interstitiellen Bindegewebszüge stark zellig infiltrirt; die lobulären Herde entsprechen kleinen entzündlichen Bezirken. Die peribronchialen und perivasculären Knötchen vergrössert und vermehrt, führen Staub.	Die Anordnung an der Aussen- und Innenseite die gewöhnliche; in den Follikularsträngen ist der Staub ziemlich weit vorgedrungen; die die Follikularstränge begrenzenden Lymphgänge führen einzelne Staubzellen.	Spärlicher gelber Farbstoff in der Milzpulpa.	Derselbe Befund.	Die peripheren Leberzellen enthalten feine gelbe Körnchen u. Fädchen, welche Eisenreaction geben.

43. — braunes weiss-gefleckt. Kaninchen	v. 18. III. 80. bis 19. VI. 80. — täglich von 9—5 U. — 93 Tage	gestorben 30. VI. 80. — Versuchsdauer 93 Tage	Die oberen Lappen dunkelroth und derb, blau gefleckt und von gelblichen Herden durchsetzt, dieselben sind links zahlreicher und ausgedehnter wie rechts. Die unteren Lappen sind im Allgemeinen lufthaltiger, fleckig blau gefärbt, enthalten aber gleichfalls weissliche u. weissgraue Herde. Entsprechend den oberen Lappen sind die Lungenalveolen mit staubführenden Epithelien und einer feinkörnigen Masse, welche Staub enthält, gefüllt; die interalveolären Leisten kleinzellig infiltrirt; die Lymphknötchen in der gewöhnlichen Weise verändert. Derselbe Befund entsprechend den Herden im unteren Lappen.	Derselbe Befund wie bei 41; nur scheinen die Staubzellen in den Follikularsträngen weiter geg. die Mitte vorgedrungen.	Ziemlich viel gelber Farbstoff in der Pulpa.	Mässig viel Farbstoffkörner u. -kugeln, welche Eisenreaction geben.	Gelbe Körnchen in den peripheren Leberzellen, ausserdem farbstoffenthaltende andere Zellen.
40. — graues Kaninchen	v. 27. I. 80. bis 21. VI. 80. — täglich von 9—5 U. — 145 Tage	gestorben 21. VI. 80. — Versuchsdauer 145 Tage	Die beiden oberen Lappen luftleer und derb, von weisslich-grauen Herden durchsetzt; an beiden fleckig-blaue Färbung, rechts etwas stärker wie links; der linke untere Lappen gleichmässig infiltrirt, luftleer; der rechte blutreich, aber lufthaltiger; rechts unten ist die blaue Färbung deutlicher, wie links unten. Die Lungenalveolen der oberen Lappen mit platten Staubzellen erfüllt, in manchen Alveolen vielkörnige Zellen; die interstitiellen Bindegewebszüge verdickt und kleinzellig infiltrirt; derselbe Befund im linken unteren Lappen. Die Lymphknötchen zeigen die gewöhnliche Veränderung.	Die Anordnung in den peripheren Abschnitten der Drüsen die gewöhnliche; die centralen Follikularstränge und die sie umgebenden Lymphgänge enthalten spärliche Staubzellen.	Spärliche gelbe Farbstoffkörner u. -kugeln in der Pulpa.	Wie bei 43.	Wie bei 43.
46. — schwarzer Pinscher	v. 8. IV. 80. bis 5. VI. 80. — täglich von 6 U. Morg. bis 6 U. Abds. — 58 Tage	gestorben 5. VI. 80. — Versuchsdauer 58 Tage	In der Pleura mediastinalis Hämorrhagien, Pleura pulmonalis fleckig geröthet, die blaue Färbung rechts oben stärker, wie links; unten kein deutlicher Unterschied; in den oberen Lappen graue Herde, die unteren mehr frisch und gleichmässig infiltrirt. Entsprechend den Herden im oberen Lappen sind die Alveolen mit Zellpfröpfen gefüllt, das Bindegewebe stellenweise nicht nur zellig infiltrirt, sondern auch verbreitert; die unteren Lappen zeigen ausgedehnte Füllung der Lungenalveolen mit Zellmassen. In sämmtlichen Lappen sind die peribronchialen u. perivasculären Räume, sowie die Lymphknötchen mit Staubzellen gefüllt.	Mässig viel Staub in der Umgebung der Follikel, ziemlich viel in den Follikularsträngen und in den entsprechenden Lymphgängen.	Viel gelber Farbstoff in der Pulpa; Malp. Körper enthalten solchen nur in den peripheren Theilen.	Mässig viel gelber Farbstoff.	Vereinzelte Farbstoffkugeln theils frei, theils an Zellen gebunden.

Wollen wir uns zunächst über die der Staubvertheilung entsprechende Färbung der einzelnen Lungenlappen bei den in der vorstehenden Tabelle II verzeichneten Versuchen Rechenschaft geben, so sei zuerst erwähnt, dass bei einigen derselben diese eine ganz gleichmässige ist und zwar sowohl bei solchen von kurzer als längerer Dauer. In anderen Fällen sind die oberen Lappen stärker als die unteren gefärbt und zwar meistens rechts intensiver wie links; es trifft dieses Verhalten bei zwei Gruppen von Versuchen zu, erstens bei solchen, bei denen die Verstäubung eine kürzere und weniger intensive war, und zweitens bei denjenigen Versuchen, bei welchen die Inhalation sistirt worden ist und die Thiere erst nach Ablauf eines mehr oder weniger langen Termins getödtet wurden. In den letzteren Fällen schien die Intensität der Färbung proportional der Länge dieses letzteren abzunehmen; bei den Versuchen mit sehr langer Dauer der Sistirung war der Farbstoff makroskopisch nicht mehr mit Sicherheit nachzuweisen.

In der Trachea und den Bronchien ist die Anordnung des Staubes im Wesentlichen dieselbe wie bei der ersten Versuchsreihe; noch sehr lange Zeit nach Sistirung der Einathmung werden Staubmassen in ihnen noch gefunden.

In den Alveolen liegt der Staub theils im Lumen, frei und an Zellen gebunden, theils wandständig in der früher beschriebenen Anordnung; auch hier sind die Zellen bald weniger, bald mehr mit Staub gefüllt und gleichen manche derselben Wanderzellen, andere desquamirten Epithelien. Sehr häufig trifft man beide Zellarten neben einander in den Alveolen, namentlich wenn diese vollständig mit Pfröpfen erfüllt sind; doch kommen auch solche vor, welche vorwiegend aus der einen oder anderen Form von Zellen bestehen. Desquamationsvorgänge mit und ohne vorausgehende oder nachfolgende Kerntheilung sind schon nach wenigen Stunden an den Epithelien beobachtet worden; auch Auswanderungsvorgänge stellen sich sehr frühzeitig ein.

In den interalveolären Scheidewänden ist die Ablagerung von Staub sehr spärlich, reichlicher in den periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Lymph- und Saftbahnen, sowie in den Lymphknoten. Die Stellen der Staubablagerung, überhaupt die ganze Anordnung ist im Wesentlichen dieselbe wie bei der Russinhalation; dagegen habe ich ausgedehnte Füllung der Saftbahnen, insbesondere der Alveolenwände, wie sie in den Russlungen bei längerer Versuchsdauer zu Stande

kommt, bei den Ultramarininhalationen nicht beobachtet, selbst nicht bei starker Füllung der peribronchialen und perivasculären Lymphräume. Bemerkenswerth ist es, dass der Staub so rasch in das Lungengewebe eindringt; schon nach 3 Stunden kann er in den perivasculären und peribronchialen Lymphknoten nachgewiesen werden.

Die frühzeitigste und constanteste Folge der Ultramarininhalation ist die Veränderung des Wandepithels der Bronchien, insbesondere aber der Alveolen und die Auswanderung weisser Blutkörper; an diese schliessen sich bald früher, bald später zellige Infiltrationen der peribronchialen und perivasculären Scheiden und Lymphknoten. Die interalveolären Scheidewände zeigen solche Alterationen gewöhnlich nur dann, wenn sie einzelne Alveolen oder Gruppen von Alveolen, welche mit Staub gefüllt sind, begrenzen. Erst nach längerer Zeit kommt es zur Bildung kleinerer und grösserer Knoten, welche aus einer beschränkten oder ausgiebigeren Zahl von Alveolengruppen bestehen, deren Lumina mit einem mehr oder weniger stark metamorphosirten Inhalte gefüllt und deren Scheidewände verdickt und gegen die Alveolarlumina nur undeutlich abgegrenzt sind. Solche Knoten werden dann oft von mächtigen Bindegewebsmassen umgeben, welche mit hyperplastischen, perivasculären, peribronchialen und interlobulären Bindegewebszügen zusammenhängen.

Bei manchen Versuchsthieren haben sich acut lobäre und lobuläre Pneumonien eingestellt, desgleichen acute Entzündungen der Pleurablätter, die letzteren allerdings namentlich bei tracheotomirten. Auch käsige Infiltrationen wurden in einzelnen Fällen gefunden. Die Lungenalveolen waren theils mit staubführenden, theils staubfreien Pfröpfen erfüllt, welche bald aus Rundzellen, bald aus Epithelien, bald aus beiden Zellarten sich zusammengesetzt zeigten; die dazwischenbefindlichen Alveolarleisten erschienen verdickt und gleichfalls mehr oder weniger stark degenerirt.

Besonders interessante Aufschlüsse ergaben sich aus dieser Versuchsreihe über das Zeitliche der Staubaufnahme. Es ist oben bereits erwähnt worden, dass die perivasculären und peribronchialen Lymphknoten schon nach drei Stunden in ziemlicher Menge Staub führen, ebenso die perivasculären und peribronchialen Lymphräume. Derselbe Befund hat sich betreffs der grossen Lymphgefässstämme, welche aus dem Lungenhilus austretend zu den Bronchialdrüsen hinziehen, feststellen lassen. Bei

mehreren Versuchen hat sich in ihnen mehr oder weniger Staub, sehr häufig gemischt mit Blut gefunden; derselbe war nur ausnahmsweise an Zellen gebunden, meistens frei.

Auch in den Bronchialdrüsen trifft man schon nach drei Stunden Staub, gewöhnlich in den an der Aussenseite der Follikel gelegenen Lymphräumen, nach achtzehn Stunden grosse Staubhaufen an der inneren Seite derselben. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, dass die letzteren nicht schon früher sich bilden können; ja es ist mir sehr wahrscheinlich, dass dem so ist. In der ersten Zeit liegt der Staub wesentlich perifollikulär, nach einigen Tagen in den peripheren Abschnitten der Follikel; später rückt derselbe gegen die Follikularstränge vor, in denen er in grösserer Menge erst nach Ablauf der vierten Woche gefunden wird. In den centralen Abschnitten der Drüsen habe ich erst nach Ablauf des dritten Monats Staubzellen beobachtet und zwar in derselben Anordnung, wie bei der ersten Versuchsreihe. Dieses Vorrücken der Staubmassen findet selbstverständlich auch noch nach Sistirung der Inhalation statt, während die an der Aussenseite der Follikel gelegenen Staubmassen zwar abnehmen, aber nicht ganz verschwinden. Es sei bezüglich der Bronchialdrüsen nur noch kurz erwähnt, dass neben schwarzem sehr häufig gelbes Pigment vorkommt.

Die Untersuchung der übrigen Organe ist bei dieser Reihe von Versuchen nur bei solchen von längerer Dauer ausgeführt worden. Ich habe gerade bei dieser Versuchsreihe es mich viel Zeit und Mühe kosten lassen an zahlreichen ungefärbten oder nur mit Eosin tingirten Schnitten von Leber und Milz nach Ultramarinkörnchen innerhalb und ausserhalb der Gefässe zu fahnden. Trotz Anwendung aller erdenklichen Hilfsmittel ist es mir in keinem Falle, auch nicht bei sehr langer Versuchsdauer, gelungen, ein Ultramarinkörnchen in diesen Organen in einer Anordnung zu finden, aus der auf eine Einschleppung während des Lebens auf dem Wege der Blut- oder Lymphbahn geschlossen werden durfte. Dagegen fehlte es in den Fällen, welche darauf hin untersucht wurden, nicht an gelbem Pigment in Milz, Leber und Knochenmark. Bezüglich der Einzelheiten in dieser Hinsicht darf auf die betreffenden Mittheilungen im vorigen Abschnitt verwiesen werden.

3. Versuche über Inhalation von Smirgel.

a) Kaninchen.

Der Staubapparat, welcher bei den nachfolgenden Versuchen verwendet wurde, war derselbe, wie bei der vorigen Versuchsreihe (Fig. B). Bei den einen Versuchen diente auch derselbe Inhalationskasten, während bei den anderen die Thiere in einen Korb gesetzt waren, welcher an der Decke einer grösseren, im nächsten Abschnitt zu beschreibenden, Staubkammer aufgehängt wurde.

Betreffs der Qualität der Staubart sei bemerkt, dass ich den Smirgel wegen der kantigen und spitzigen Beschaffenheit der Korundpartikelchen, die überdies ihrer Lichtbrechung und ganzen Beschaffenheit nach sehr leicht im Gewebe aufzufinden sind, verwendete. Der käufliche Smirgel ist durch Beimengung von Kieselerde, Eisenglanzplättchen und Brauneisenkörner verunreinigt, welche letztere demselben eine mehr oder weniger intensive braune Farbe verleihen. Diese ist an den mit Smirgel imprägnirten Organen schon mit unbewaffnetem Auge keuntlich, so dass man über die Menge des abgelagerten Staubes und dessen Vertheilung sich ein Urtheil verschaffen kann. Auch bei der mikroskopischen Untersuchung verrathen sich die Brauneisenkörner durch ihre intensive Farbe und erleichtern so die Auffindung des Staubes. Die anderen Beimengungen, Granatkörner, Turmalin- und Zirkonpartikelchen etc. sind spärlicher und kommen für unsere Zwecke kaum in Betracht, weil voraussichtlich ihre Wirkung auf die Gewebe die gleiche ist, wie bei dem Korund und der Kieselerde.

Tabelle III. Versuche über Smirgelinhalation geordnet nach der Inhalationsdauer. a) Kaninchen.

Versuchsnummer u. Versuchsthier Staubraum	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchsdauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochenmark	Leber
1. — schwarzes Kaninchen — Tracheotomie — kleiner Staubkast.	7. IV. 78. von 11½—1 U. u. 3½—4 U. — 3 Stunden	gestorben in der Nacht vom 8.—9. IV. 78. — Versuchsdauer ca. 36 Stunden	Luftröhre und Bronchien enthalten viel Staub; in sämmtlichen Lappen beider Lungen kleinere und grössere braune Flecken; dieselben sind rechts oben etwas zahlreicher, als links oben; unten zwischen links und rechts kein deutlicher Unterschied. Viele Alveolen enthalten einzelne staubführende und staubfreie lymphoide und epitheliale Zellen; nur wenige Alveolen sind mit solchen gefüllt. Die Lymphknötchen enthalten gleichfalls Staub; ebensolcher in den perivasculären und peribronchialen Scheiden.	Sehr spärliche Staubkörnchen und -zellen in den Lymphräumen an der Aussenseite der Follikel.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
10. — grosses graues Kaninchen — Tracheotomie — kleiner Staubkast.	29. VIII. 78. von 9—2 U. — 5 Stunden	getödtet 2. IX. 78. Nchm. 4 U. — 98 Stunden nach sistirter Inhalation — 103 Stunden Versuchsdauer	Der obere Lappen der linken Lunge ist fleckig braun gefärbt, derber und mit kleinen rothen Herden durchsetzt; der der rechten Lunge lufthaltig und ungefärbt, ebenso die beiden unteren Lungenlappen; doch finden sich in ihnen vereinzelte kleine Herde. Die Alveolen des linken oberen Lappens mit Staubzellen gefüllt; in den anderen Lappen enthalten die meisten Alveolen nur vereinzelte lymphoide und epitheliale Staubzellen; die letzteren liegen theils frei, theils wandständig; die gelben Herde entsprechen vesiculären Pneumonien. Die perivasculären und peribronchialen Lymphknötchen führen Staub.	An der Aussenseite der Follikel spärliche Staubzellen, dagegen an der inneren Seite derselben rundliche Anhäufungen von Staub.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
14. — grauweisses Kaninchen — Tracheotomie — kleiner Staubkast.	6. IX. 78. v. Morg. 9—2 U. Mittag und Nachm. von 5—6 U. — 6 Stunden	gestorben 25. IX. 78. — 18 Tage nach sistirter Inhalation — Versuchsdauer 19 Tage	Pericardialhöhle enthält Eiter und Fibrin, Pleurablätter eitrig fibrinös belegt, links stärker wie rechts. Der obere Lappen der linken Lunge dunkelroth, luftleer und derb; der obere Lappen der rechten Lunge, sowie die unteren Lappen beider Lungen lufthaltig und braun gefleckt. Die Färbung ist am deutlichsten rechts unten. Die Lungenalveolen des linken oberen Lappens vollständig mit Zellpfröpfen gefüllt, die theils wenig, theils viel Staub führen. In sämmtlichen Lungenlappen finden sich kleine graue Knötchen; sie entsprechen theils	Vereinzelte Staubzellen an der äusseren Seite, zahlreichere an der inneren Seite der Follikel. Die interglandulären Lymphgefässe führen Staub und Blut.	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht

gelbes Kaninchen — Tracheotomie — kleiner Staubkast.	von 9—6 U. 12. IX. 78. von 9—5 U. — 17 Stunden.	13. IX. 78. Abds. 5 U. — 24 Stunden nach sistirter Inhalation — Versuchsdauer 56 Stunden	links mehr wie rechts, Pleuraüberzug beider Lungen fibrinös belegt; derselbe Befund am Herzbeutel; alle Lungenlappen fleckig braun gezeichnet, zwischen links u. rechts oben kein deutlicher Unterschied; rechts unten stärker. In den Lungenalveolen grosse platte Zellen, welche mehr oder weniger Staub führen, theils frei im Lumen, theils wandständig liegen. Die perivasculären u. peribronchialen Lymphknötchen führen Staub; das perivasculäre u. peribronchiale Bindegewebe stellenweise zellig infiltrirt.	massig viele Staubkörnchen, und freie Staubkörnchen, an der inneren Seite der Follikel rundliche Staubanhäufungen. In den Lymphgängen grosse staubfreie Zellen.	Derselbe Befund wie bei 39.	Vereinzelte Farbstoffkörnchen, welche Eisenreaction geben.	Nichts Besonderes.
39. — graues Kaninchen — kleiner Staubkast.	vom 17. I. 80. bis 25. I. 80. — täglich 24 Stunden — 8 Tage	getödtet 27. I. 80. — 2 Tage nach sistirter Inhalation — Versuchsdauer 10 Tage	Die Lungen hellbraun gefärbt; die Färbung ist am rechten oberen und unteren Lappen stärker wie links, unten intensiver wie oben; in den verschiedenen Lungenlappen kleine weisslichgraue Herde, am zahlreichsten sind dieselben rechts unten. Diesen entsprechend sind die Alveolen mit desquamirten, theils staubfreien, theils staubführenden Epithelien gefüllt; sonst enthalten die Alveolen vereinzelte lymphoide und epitheliale Staubzellen. Die perivasculären u. peribronchialen Lymphknötchen führen Staub. Das interstitielle Bindegewebe stellenweise zellig infiltrirt.	Wenige Staubkörnchen und -zellen an der Aussenseite, mehr an der Innenseite der Follikel, in den peripheren Abschnitten dieser, sowie in den Anfängen der Follikularstränge.	Ziemlich viel gelber, Eisenreaction gebender Farbstoff in der Milzpulpa.	nicht untersucht	Die peripheren Leberzellen enthalten feine gelbe Körnchen.
51. — schwarzes Kaninchen — kleiner Staubkast.	v. 15. XI. 82. bis 28. XI. 82. — täglich 24 Stunden — 13 Tage	gestorben 28. XI. 82. — Versuchsdauer 13 Tage	Alle Lungenlappen ziemlich stark gefärbt, der obere u. untere Lappen der rechten Lunge dunkler, als die entsprechenden Lappen der anderen Seite; Unterschied nicht sehr auffallend, an verschiedenen Stellen kleine weissgraue Herde. An diesen Stellen sind die Lungenalveolen namentlich mit epithelialen Staubzellen erfüllt, sonst enthalten dieselben nur vereinzelte, theils freie, theils wandständige epitheliale Staubzellen und vereinzelte lymphoide Staubzellen.	Staub an der Aussen- und Innenseite der Follikel, sowie in diesen selbst; Centrum derselben frei; auch die Anfänge der Follikularstränge enthalten Staub.	Derselbe Befund wie bei 39.	Vereinzelte Farbstoffkörnchen, welche Eisenreaction geben.	Nichts Besonderes.
23. — schwarzes Kaninchen — kleiner Staubkast.	v. 27. XI. 78. bis 12. XII. 78. — täglich v. 9—12 U. Morg. — 15 Tage	gestorben 12. XII. 78. — Versuchsdauer 15 Tage	Lungenlappen braun gefärbt, die rechte Lunge und die unteren Lappen stärker. Die Alveolen enthalten vereinzelte Staubzellen, nur einige Alveolen sind mit solchen gefüllt. Im peribronchialen und perivasculären Bindegewebe, sowie in den Lymphknötchen reichliche Staubanhäufungen.	Vertheilung des Staubes wie bei 51; Staub und Blut in den interglandulären Lymphgefässen.	Derselbe Befund wie bei 39.	Wie bei 51.	Kleine aus Granulationsgewebe bestehende Herde. In den peripheren Leberzellen gelbe Farbstoffkörnchen.

Versuchs-nummer u. Versuchs-thier. Staubraum.	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchs-dauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochen-mark	Leber
18. — kleines graugelbes Kaninchen — kleiner Staub-kasten	vom 11. XI. 78. bis 27. XI. 78. — täglich von 9—12 U. Morg. — 16 Tage	gestorben 27. XI. 78. — Versuchs-dauer 16 Tage	Im Herzbeutel und beiden Pleurahöhlen eitrig fibrinöser Inhalt, die serösen Häute dementsprechend verändert. Der obere Lappen der linken Lunge braun, etwas derber, aber noch lufthaltig; der untere Lappen von graugelben Herden durchsetzt. Der obere Lappen der rechten Lunge sehr derb, luftleer, ebensolche Herde enthaltend, der untere Lappen ausgedehnt graugelb infiltrirt. Den graugelben Stellen entsprechend sind die Lungenalveolen mit Pfröpfen gefüllt, die theils aus lymphoiden Zellen, theils aus desquamirten Epithelien bestehen; die Zellen in eine feinkörnige Masse eingebettet, bald staubführend, bald staubfrei; das Zwischenbindegewebe zellig infiltrirt, verbreitert, stellenweise körnig umgewandelt, wie der Inhalt der Alveolen. An den anderen Stellen enthalten die Alveolen vereinzelte lymphoide und epitheliale Staubzellen.	Wenig Staub in den perifollikulären Lymphräumen.	Wie bei 39.	Wie bei 51.	Grössere und kleinere, aus Granulationsgewebe bestehende Knoten, in der Umgebung Gallengänge sehr zahlreich. Centrale Degeneration u. Riesenzellenbildung.
31. — schwarzes Kaninchen — Staub-kammer	vom 30. I. 79. bis 19. II. 80. — täglich von 9—5 U. — 20 Tage	gestorben 1. IV. 80. — 41 Tage nach sistirter Inhalation — Versuchsdauer 61 Tage	Die Lungen braun gefleckt; die Flecken sind in den unteren Lappen spärlicher und kleiner, zwischen links und rechts weder oben noch unten ein deutlicher Unterschied in der Grösse der Flecken; an einzelnen Stellen unter der Pleura weissliche Knötchen. An den braunen Stellen enthalten die Alveolen viel Staub, an den hellen nur vereinzelte Staubzellen; das Zwischenbindegewebe zellig infiltrirt und verbreitert. In den perivasculären u. peribronchialen Knötchen Staub.	Viele Staubzellen an der Aussenseite der Follikel, an der Innenseite derselben rundliche und längliche Staubanhäufungen; Staubzellen in den Follikularsträngen und den umgebenden Lymphgängen.	Viel gelbe Farbstoffkugeln u. -körner.	Viel gelber Farbstoff.	Zwischen den Leberzellen gelben Farbstoff enthaltende Zellen; kleine Farbstoffkörner in den peripheren Leberzellen.
48. — weisses Kaninchen — kleiner Staub-kasten	vom 15. XI. 82. bis 15. XII. 82. — täglich von 9—6 U. — 30 Tage	gestorben 15. XII. 82. — Versuchsdauer 30 Tage	Alle Lungenlappen stark braun gefärbt; ein deutlicher Unterschied in der Färbung zwischen oben und unten, links und rechts besteht nicht; Gewebe aller Lappen etwas derber. Sehr viele Alveolen mit Staub und platten Staubzellen gefüllt, desgleichen das kleinzellig infiltrirte, perivasculäre und peribronchiale Bindegewebe, sowie die Lymphbahnen.	Anordnung des Staubes wie bei 31; in der Rinde finden sich kleine degenerirte Knötchen, von denen einzelne gleichfalls Staub führen.	Sehr grosse Mengen gelben Farbstoffs.	Wie bei 31.	Zunahme des interacinösen Bindegewebes u. der Gallengänge. In den periph. Leberzellen gelbe

schwarzes Kaninchen — Staub-kammer	— täglich von 9—5 U. — 30 Tage	— Versuchs-dauer 30 Tage	unten, links und rechts nicht kenntlich; an einzelnen Stellen sämmtlicher Lappen braune Flecken. Die perivasculären und peribronchialen Bindegewebszüge zellig infiltrirt und von Staub durchsetzt; auch in den Lymphknötchen viel Staub.	Staub, hauptsächlich an runde Zellen gebunden.	sucht.	sucht.	
49. — weisses Kaninchen — kleiner Staub-kasten	vom 15. XI. 82. bis 20. XII. 82. — täglich 24 Stunden — 35 Tage	gestorben 20. XII. 82. — Versuchs-dauer 35 Tage	Die Lungenlappen intensiv braun gefärbt, die unteren Lappen stärker wie die oberen; zwischen beiden Seiten kein deutlicher Unterschied, weder oben noch unten; im oberen Theil des rechten unteren Lungenlappens ein kirschkerngrosser dunkelrother derber Herd. Viele Alveolen mit Staub und Staubzellen gefüllt; das interstitielle Bindegewebe verdickt u. zellig infiltrirt, die Saftspalten mit Staub erfüllt; in d. Lymphknötchen viel Staub.	Ziemlich viel Staub perifollikulär, weniger in den Follikeln u. Follikularsträngen. Die Lymphgänge mit grossen Zellen gefüllt, die gelbes Pigment enthalten, aber staubfrei sind.	In der Milzpulpa mässig viel gelber Farbstoff.	Derselbe Befund im Knochenmark	Vereinzelte, an Zellen gebundene Farbstoffkugeln; in den peripheren Leberzellen feine gelbe Körner.
28. — stahlgraues Kaninchen — Staub-kammer	vom 29. XII. 78. bis 6. II. 79. — täglich von 9—5 U. — 39 Tage	gestorben 6. II. 79. — Versuchs-dauer 39 Tage	Die Lappen der linken Lunge hellbraun, stellenweise dunklere Flecken und weissliche Herde, die unteren Partien etwas dunkler wie die oberen. Die Lappen der rechten Lunge dunkler, derber, gar nicht lufthaltig, ausserdem von grauweissen Herden durchsetzt. In den Alveolen der Lappen der linken Lunge der gewöhnliche Befund. Entsprechend der linken Lunge sind die Alveolen durch stark dilatirte Capillaren sehr verengt und mit grossen Staubzellen gefüllt. Die peribronchialen und perivasculären Knötchen zeigen die mit einer starken Staubfüllung verbundenen Veränderungen.	Nur an der Trachea gelegene Lymphdrüsen untersucht, welche wenig Staub führen.	Nicht untersucht.	Nicht untersucht.	Nicht untersucht.
20. — graues Kaninchen — kleiner Staub-kasten	vom 11. XI. 78. bis 21. XII. 78. — täglich von 9—12 U. — 40 Tage	gestorben 21. XII. 78. — Versuchs-dauer 40 Tage	In der Pericardialhöhle und den beiden Pleurahöhlen serös-fibrinöser Inhalt, die serösen Häute dementsprechend verändert. Die Lappen der linken Lunge dunkelbraun gefleckt, etwas derber, aber luftführend. Die Lappen der rechten Lunge derber, luftleer, braunroth infiltrirt, von kleineren und grösseren gelbgrauen Herden durchsetzt. Die Alveolen der linken Seite enthalten vereinzelte Staubzellen, sind nur selten mit solchen gefüllt; Staub in den Saftbahnen des interstitiellen Bindegewebes und in den Lymphknötchen. Die Alveolen der rechten Lunge sind mit Pfröpfen erfüllt, welche aus Epithel u. Rundzellen u. einer feinkörnigen Masse bestehen; auch in ihnen Staub.	Mässig viel Staub perifollikulär, in den peripheren Theilen der Follikel und in den Follikularsträngen.	Reichlicher gelber Farbstoff in der Milzpulpa.	Weniger gelber Farbstoff.	Farbstoffkörner und -kugeln frei und an Zellen gebunden; in den peripheren Leberzellen feine gelbe Körnchen.

Versuchsnummer u. Versuchsthier. Staubraum	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchsdauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochenmark	Leber
19. — graues Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 11. XI. 78. bis 24. XII. 78. — täglich von 9—12 U. — 43 Tage	getödtet 7. X. 79. — 287 Tage nach sistrirter Inhalation — Versuchsdauer 330 Tage	Die oberen Lappen beider Lungen luftführend, ganz hell gefärbt, nur in den hintersten Abschnitten einige dunkelbraune Flecken; die unteren Lappen etwas derber, aber lufthaltig; in ihnen zahlreiche dunkelbraune Flecke von unregelmässiger Form, hirsekorn- bis erbsengross. Ein Unterschied in der Zeichnung zwischen links und rechts nicht nachweisbar. Den braunen Flecken entsprechend sind die Lungenalveolen mit Staub gefüllt, die umgebenden Bindegewebszüge breiter, zellig infiltrirt. Diese Veränderungen finden sich aber auch an den hellgefärbten Stellen, doch enthalten daselbst die Alveolen nur vereinzelte Staubzellen. Sonst die gewöhnlichen Veränderungen.	Ziemlich viel Staub an der äusseren, viel an der inneren Seite der Follikel in Form rundlicher Haufen. Staub in den Follikularsträngen weit gegen die Mitte vorgedrungen; in den Lymphgängen Staubzellen.	Mässig viel gelber Farbstoff.	Wenig gelber Farbstoff.	Vereinzelte gelbe Farbstoffkörner in den peripheren Leberzellen.
50. — weisses Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 15. XI. 82. bis 29. XII. 82. — täglich 24 Stunden — 44 Tage	gestorben 29. XII. 82. — Versuchsdauer 44 Tage	Intensiv braune Färbung aller Lungenlappen, die unteren etwas mehr wie die oberen, rechts mehr wie links; Unterschied nicht gross. Das Gewebe der beiden oberen Lappen und des rechten unteren Lappens etwas derber, aber luftführend. Der untere linke Lappen luftleer derb, auf dem Durchschnitt graugelb. Diesen Partien entsprechend sind die Lungenalveolen mit Staub und Zellpfröpfen gefüllt, das interstitielle Gewebe verbreitert und zellig infiltrirt; auch an den mehr luftführenden Stellen enthalten die Alveolen viel Staub und sind die perivasculären und peribronchialen Scheiden, sowie die Lymphknoten mit Staub gefüllt.	Mässig viel Staub perifollikulär und in den Follikularsträngen; die Vertheilung des Staubes eine sehr unregelmässige; an verschiedenen Stellen kleine rundliche, im Centrum degenerirte Knötchen.	Gelber Farbstoff in der gewöhnlichen Vertheilung und mässiger Menge.	Derselbe Befund.	Farbstoffkörner u. -kugeln zwischen den Leberzellen, sowie kleine Körnchen im Innern derselben.
16. — schwarzes Kaninchen	vom 27. IX. 78. bis 14. XI. 78. — täglich	gestorben 14. XI. 78. — Versuchs-	Sämmtliche Lungenlappen etwas derber und stark braun gefärbt; die unteren Lappen etwas stärker wie die oberen, zwischen links und rechts kein deutlicher Unterschied; vereinzelte kleine grau-	Ziemlich viel Staub peri- und intrafollikulär, mässig viel in den Follikularsträngen; vereinzelte Staubzellen in den	Wie bei 50.	Wie bei 50.	Herde, welche aus Granulationsgewebe bestehen, central dege-

Staubkasten	9—5 U. — 48 Tage		bestehen, theils Staub führen, theils staubfrei sind; die umgebenden Bindegewebszüge verbreitert und zellig infiltrirt. Sonst finden sich die gewöhnlichen Veränderungen.	staubfrei.			neugebildete Gallengänge.
52. — graues Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 28. XI. 82. bis 22. I. 83. — täglich 24 Stunden — 55 Tage	gestorben 22. I. 83. — Dauer des Versuchs 55 Tage	Die Lungenlappen alle dunkelbraun, weder zwischen oben und unten, noch den beiden Seiten ein Unterschied; an mehreren Stellen frischere Infiltrate; die Lungenalveolen daselbst mit Zellpfröpfen und Staub gefüllt, die Bindegewebszüge verbreitert und zellig infiltrirt; auch sonst enthalten die Alveolen viele Staubzellen; die Saftbahnen der perivasculären und peribronchialen Scheiden, sowie die Lymphknötchen mit Staub gefüllt.	Zahlreiche Staubzellen an der äusseren Seite der Follikel, grosse Staubanhäufungen an der inneren Seite derselben, sowie in den peripheren Theilen dieser; auch in den Follikularsträngen ist d. Staub ziemlich weit vorgedrungen; in den Lymphgängen vereinzelte Staubzellen.	Ziemlich viel gelber Farbstoff.	Derselbe Befund.	Verbreiterung der interacinösen Bindegewebszüge, Neubildung v. Gallengängen, in den peripheren Leberzellen gelbe Farbstoffkörnchen.
11. — schwarzes Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 1. IX. 78. bis 13. XI. 78. — täglich von 9—5 U. — 73 Tage	gestorben 13. XI. 78. — Versuchsdauer 73 Tage	Alle Lungenlappen derber und braun marmorirt, die oberen Lappen etwas heller, die unteren dunkler; zwischen links und rechts kein bemerkenswerther Unterschied; in den unteren Lungenlappen graurothe und graugelbe Herde; an diesen Stellen Anfüllung der Lungenalveolen mit Pfröpfen; die Saftbahnen der Bindegewebslager und der Lymphknötchen mit Staub erfüllt; in der Umgebung der ersteren bald mehr umschriebene, bald mehr ausgedehnte zellige Infiltration.	Nur eine peritracheale Lymphdrüse untersucht; dieselbe enthält ziemlich viel Staub in der gewöhnlichen Anordnung; auch die Follikularstränge und die angrenzenden Lymphgänge führen Staub.	Wenig gelber Farbstoff in der Pulpa.	Derselbe Befund.	Wie bei 52.
5. — weisses Kaninchen — Staubkammer	vom 11. V. 78. bis 8. VIII. 78. — täglich 5 Stunden — 89 Tage	gestorben 8. VIII. 78. — Versuchsdauer 89 Tage	Alle Lungenlappen derber und braun marmorirt; ein Unterschied in der Färbung nicht kenntlich; an verschiedenen Stellen kleine graurothe und graugelbe Herde; die Lungenalveolen daselbst mit lymphoiden und epithelialen staubführenden und staubfreien Zellen, sowie mit einer feinkörnigen Masse erfüllt, die umgebenden Bindegewebszüge stark verdickt und zellig infiltrirt; die übrigen Alveolen enthalten hauptsächlich epitheliale Staubzellen; die peribronchialen und perivasculären Bindegewebszüge fast überall, theils in kleinerer, theils in grösserer Ausdehnung verdickt und von Staub durchsetzt; solcher findet sich auch in den vergrösserten lymphatischen Knötchen.	Nicht untersucht.	Viel gelber Farbstoff in der gewöhnlichen Anordnung.	Derselbe Befund.	Die interacinösen Bindegewebszüge breiter, Neubildung von Gallengängen. In den Leberzellen feine gelbe Farbstoffpartikelchen.

Versuchsnummer u. Versuchsthier Staubraum	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchsdauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochenmark	Leber
6. — graugelbes Kaninchen — Staubkammer	vom 11. V. 78. bis 26. IX. 78. — täglich 8 Stunden — 138 Tage	gestorben 26. IX. 78. — Versuchsdauer 138 Tage	Rechte Pleurahöhle erfüllt mit dickem käsigen Eiter, auch links zwischen den verwachsenen Pleurablättern käsige Einlagerungen; Pleurablätter dementsprechend verändert. Der obere Lappen der linken Lunge braun und derb, aber noch lufthaltig; der untere Lappen der linken Lunge ist in den unteren zwei Dritttheilen von zahlreichen gelben, an die Bronchien sich anschliessenden Herden durchsetzt. Der obere Lappen der rechten Lunge vollständig luftleer, braun, aber von weisslichen, dem Verlauf der Bronchien folgenden Streifen durchzogen; der untere Lappen zeigt dieselben Veränderungen, wie der linke untere, nur hochgradiger. An dem noch luftführenden oberen Lappen der linken Lunge enthalten die Alveolen einzelne Staubzellen; die interalveolären Leisten verbreitert, um die Bronchien und Gefässe zellige staubführende Infiltrate. An den infiltrirten Lungenabschnitten sind die Alveolen mit theils staubfreien, theils staubhaltigen Pfröpfen und feinkörniger Masse gefüllt; in manchen Alveolen Riesenzellen; Alveolarsepta infiltrirt; die Grenze zwischen Septum und Alveoleninhalt häufig unkenntlich.	Die Bronchialdrüsen zeigen ausgedehnte Verkäsung; im Gewebe mässig viel Staub, dessen Anordnung wegen zerstörter Architektur der Drüse nicht zu erkennen.	Mässig gelber Farbstoff in der Pulpa.	Derselbe Befund.	Zunahme des interstitiellen Bindegewebes. Farbstoffkörnchen in den peripheren Leberzellen.
7. — graues Kaninchen — Staubkammer	vom 11. V. 78. bis 9. XI. 78. — täglich 8 Stunden — 182 Tage	gestorben 9. XI. 78. — Versuchsdauer 182 Tage	Im Herzbeutel fibrinöses Exsudat; der Pleuraüberzug der linken Lunge stärker geröthet; an allen Lungenlappen ziemlich gleichmässige intensive Färbung; die Lappen der linken Lunge derb und fleischig auf dem Durchschnitt marmorirt; ebenso rechts. Sehr viele Alveolen mit Zellpfröpfen gefüllt, die aus feinkörniger Masse, Staub, lymphoiden und epithelialen Zellen bestehen; starke Verbreiterung und Infiltration der interalveolären Leisten, sowie der perivasculären und peribronchialen Bindegewebszüge, welche gleichfalls Staub führen.	Nicht untersucht.	Wie bei 6.	Wie bei 6.	Verbreiterung der interacinösen Bindegewebszüge, neugebildete Gallengänge, kleine Knötchen mit degenerirtem Centrum.

— Lapin — Staub-kammer vgl. Taf. I Fig. 4, 5 und 6	79. bis 19. II. 80. — täglich 8 Stunden — 378 Tage	26. VII. 80. — 157 Tage nach sistirter Inhalation — Versuchs-dauer 535 Tage	gefärbt, aber von zahlreichen dunkelbraunen Flecken durchsetzt; diese sind in den unteren Lappen und den hinteren Abschnitten zahlreicher als in den oberen und vorderen; zwischen beiden Seiten kein deutlicher Unterschied; entsprechend den hellen Stellen enthalten die Lungenalveolen einzelne Staubzellen; die interalveolären, perivasculären und peribronchialen Bindegewebszüge mässig verdickt und zellig infiltrirt. An den braunen Stellen finden sich mit Staub vollgepfropfte Alveolengruppen, die interalveolären Leisten stark verdickt und zellig infiltrirt; die ganze Alveolengruppe durch einen verdickten Bindegewebszug eingesäumt. In den peribronchialen und perivasculären Scheiden, sowie in den Lymphknoten Staubanhäufung.	zellen an der äusseren Seite der Follikel, grössere Staubanhäufungen an der Innenseite derselben. Staub in den Follikularsträngen gegen die Mitte hin abnehmend; mässig viele Staubzellen in den Lymphgängen.	viel gelber Farbstoff.	Befund.	Farbstoff-körnchen.
26. — schwarzes Kaninchen — Staub-kammer vgl. Taf. III Fig. 12	vom 29. XII. 78. bis 19. II. 80. — täglich von 9—5 U. — 417 Tage	gestorben 19. II. 80. — Versuchs-dauer 417 Tage	Die beiden Lungen braun gefärbt, aber von hellen Flecken durchsetzt, Lungenränder hell; die oberen Lappen heller wie die unteren, der linke heller wie der rechte, unten kein deutlicher Unterschied; an einzelnen Stellen kleine weissgraue Herde; an den hellen Stellen enthalten die Lungenalveolen vereinzelte Staubzellen, die interalveolären Leisten etwas zellreicher; stärkere Veränderungen an den peribronchialen und perivasculären Scheiden. An den dunklen Stellen sind viele Alveolen mit Staub und Staubzellen vollgestopft; die Verdickung der Bindegewebslager hochgradiger und gleichmässiger.	Zahlreiche Staubzellen an der äusseren Seite der Follikel, grosse Anhäufungen an deren Innenseite. Der Staub ist ziemlich weit in den Follikularsträngen gegen die Mitte vorgedrungen; die umgebenden Lymphgänge enthalten vereinzelte Staubzellen.	Viel gelber Farbstoff in der Pulpa.	Mässig viel gelber Farbstoff.	Stellenweise Verbreiterung der interacinösen Bindegewebszüge und Neubildung von Gallengängen. Die peripheren Leberzellen enthalt. gelbe Farbstoff-partikelchen.
27. — stahlgraues Kaninchen — Staub-kammer vgl. Taf. I Fig. 3 u. Taf. III Fig. 13	vom 29. XII. 78. bis 19. II. 80. — täglich von 9 - 5 U. — 417 Tage	getödtet 25. VII. 80. — 156 Tage nach sistirter Inhalation — Versuchs-dauer 573 Tage	Alle Lungenlappen lufthaltig und hell, aber braun gefleckt; die Flecken sind am spärlichsten am linken unteren Lappen, sonst ist die Vertheilung derselben eine ziemlich gleiche; an den hellen Stellen finden sich in den Lungenalveolen nur vereinzelte Staubzellen; in den etwas verdickten und zellig infiltrirten peribronchialen und perivasculären Scheiden Staub, ebenso in den Lymphknötchen; an den dunklen Stellen sind die Veränderungen stärker und gleichen den bei Versuch 26 beschriebenen.	Die Anordnung des Staubes wie bei 26; nur scheint derselbe weniger weit in die Follikularstränge vorgedrungen und auch spärlicher in den umgebenden Lymphgängen zu sein; nur wenige Staubzellen an der äusseren Seite der Follikel.	Die Zellen der Milzpulpa mit gelbem Farbstoff überfüllt.	Viel gelber Farbstoff.	Zwischen den Leberzellen Farbstoffkörner u. -kugeln frei und an Zellen gebunden. In den peripheren Leberzellen Farbstoff-partikelchen.

Die Vertheilung des Staubes in den einzelnen Abschnitten der Lungen zeigt auch bei dieser Versuchsreihe keine eigentliche Gesetzmässigkeit; in der Mehrzahl der Fälle erscheint zwar die rechte Seite dunkler gefärbt als die linke, der untere Lappen mehr als der obere, namentlich bei längerer Dauer der Inhalation; in anderen Fällen ist aber unter denselben Bedingungen eine gleichmässige Färbung der Lungenlappen zu Stande gekommen. Eine sehr wesentliche Ausnahme ergibt sich bei denjenigen Versuchen, bei welchen die Inhalation mehr oder weniger lange vor dem Abschluss der Versuche sistirt worden war (Taf. I Fig. 3, 4, 5 und 6). In diesen Fällen war die Zeichnung eine mehr fleckige und die Aufhellung des Lungengewebes oft eine beträchtliche.

In der Trachea, den Bronchien und Lungenalveolen trifft man den Staub sowohl frei als an lymphoide und epitheliale Zellen gebunden in bald grösserer, bald geringerer Menge; sehr spärlich pflegt derselbe selbst bei längerer Inhalationsdauer in den interalveolären Scheidewänden abgelagert zu sein, während die peribronchialen und perivasculären Lymphräume, sowie die Lymphknötchen solchen immer in grösserer Menge enthalten. Ausgedehntere Füllung der Saftbahnen in der Umgebung der genannten grösseren Lymphräume habe ich nicht beobachtet; vielmehr trifft man an solchen Stellen sowohl freien feinkörnigen Staub als Staubzellen mehr vereinzelt, namentlich den Saftlakunen entsprechend.

Die in den Alveolen durch die inhalirten Staubmassen hervorgerufenen Veränderungen pflegen sehr ausgesprochen zu sein. Die wandständigen Epithelien, welche Staub enthalten, sind eigenthümlich gequollen, ihre Kerne bald hell bald mehr dunkel oder durch die verschiedenartigsten Kerntheilungsfiguren ersetzt. Ein Theil der im Lumen gelegenen Staubzellen stimmt in jeder Hinsicht mit diesen wandständigen Epithelien überein, während andere eine mehr runde, kuglige Form besitzen und als Wanderzellen anzusprechen sind.

Die Umgebung der mit solchen Massen erfüllten Alveolen zeigt zuweilen schon frühzeitig zellige Infiltration. Diese Veränderungen nehmen mit der Dauer der Inhalation offenbar an Intensität zu. Nach Ablauf des dritten Monats trifft man an solchen Stellen nicht nur Verbreiterung und zellige Infiltration der interalveolären Bindegewebszüge, sondern wirkliche mit herdweisen Indurationen des Lungengewebes abschliessende Bindegewebsneubildungen. Auch an den peribronchialen und perivasculären Scheiden, sowie an den interlobulären Bindegewebszügen spielen

sich solche Processe ab. Auf diese Weise resultiren dann ausgebreitetere Indurationen des Lungengewebes. Während die interalveolären Leisten eine mehr bindegewebige Hyperplasie eingehen, degenerirt sehr häufig der Alveolarinhalt zuweilen fettig oder aber er wird in eine mehr feinkörnige, wie es scheint, schleimige Masse metamorphosirt, indem die Zellen immer undeutlicher werden und endlich ganz verschwinden. Die lymphatischen Knötchen, welche ursprünglich immer grösser und vermehrt erscheinen, erfahren gleichfalls eine mehr fibröse Umwandlung. In solchen Lungen, in denen derartige indurative Processe von circumscripter oder mehr diffuser Ausdehnung sich abspielen, trifft man namentlich in der Nähe der Bronchien rundliche und längliche Räume, welche bald mit einem cubischen, bald mit einem cylindrischen Epithel ausgekleidet sind und nicht selten eine schleimige, hyaline oder mehr colloide Masse enthalten.

Ausser den geschilderten Veränderungen, welche wohl als unmittelbarste Folgen der Staubinhalation anzusprechen sind, kommen acute lobuläre und lobäre katarrhalische und croupöse Pneumonien vor, sowie käsige Processe von bald kleinerer, bald grösserer Ausdehnung.

Die Schleimhaut der Trachea und Bronchien zeigt die früher beschriebenen Veränderungen des Epithels, meistens an der Oberfläche schleimigen, zuweilen aber fibrinösen Belag und eine mehr oder weniger beträchtliche Verdickung, sowie zellige Infiltration der eigentlichen Mucosa und Submucosa. Ektasien der Bronchien habe ich einige Mal, namentlich in indurirten Bezirken der Lunge beobachtet.

Die Pleura pulmonalis bietet ausser acuten Entzündungsprocessen ganz gewöhnlich bei längerer Versuchsdauer knötchenförmige oder fleckige, ja selbst ausgedehntere Verdickungen dar, welche bald aus einem zellreichen, bald aus einem mehr fibrösen Gewebe bestehen.

In den Bronchialdrüsen habe ich nach drei Stunden spärliche Staubkörnchen und Staubzellen in den an der Aussenseite der Follikel befindlichen Lymphräumen, nach fünf und sechs Stunden aber bereits grössere Staubanhäufungen an der inneren Seite, nach zehn Tagen in dem peripheren Theil derselben wahrgenommen. In den Follikularsträngen tritt der Staub schon nach dreizehn Tagen, in grösserer Menge aber erst nach der vierten Woche auf. Entsprechend der Zunahme der Versuchsdauer schreitet der Staubgehalt der Follikular-

stränge von der Peripherie gegen die Mitte fort; gegen Ende des zweiten und Anfang des dritten Monats enthalten diese in ihren peripheren Abschnitten schon ziemlich viel Staub, während in den angrenzenden Lymphgängen nur spärliche Staubzellen getroffen werden. Bemerkenswerth ist, dass nach mehr als einjähriger Dauer (Taf. III Fig. 12 und 13) der Inhalation die centralen Abschnitte der Follikularstränge entweder noch ziemlich staubfrei sind oder nur mässig viel Staubzellen enthalten und solche in den centralen Lymphgängen entweder ganz fehlen oder nur vereinzelt vorkommen. Das Verhalten des gelben Pigmentes, das bald in geringerer, bald in grösserer Menge neben dem Staub getroffen wird, ist dasselbe wie bei den früheren Versuchen. Bei den Versuchen mit Sistirung der Inhalation war die Staubvertheilung im Wesentlichen dieselbe, wie bei den früheren Versuchsreihen unter den gleichen Verhältnissen (Taf. III Fig. 13).

Bezüglich des Befundes von Staub in der Milz, Leber, dem Knochenmark und den Nieren waren meine Bemühungen ebenso ergebnisslos wie bei den anderen Versuchsreihen; dagegen fehlte es in den genannten Organen fast niemals an gelbem Pigment, ja in Milz und Leber ist dasselbe sehr oft in beträchtlicher Menge und in der früher erwähnten Anordnung vorhanden. Von sonstigen Veränderungen muss ich noch der bald herdweisen, bald mehr diffusen Anhäufung von Bindegewebe mit und ohne Gallengangneubildung in der Leber, sowie von grösseren und kleineren Käseherden in dieser, in der Milz, im Knochenmark und in den Bronchialdrüsen gedenken, mit und ohne gleichzeitige derartige Veränderung am Lungengewebe.

b) Hunde.

Für diese Versuche habe ich mit Rücksicht auf die Grösse der Versuchsthiere, insbesondere aber in Anbetracht der langen Dauer der Inhalation pro Tag und im Ganzen einen grösseren Staubraum eingerichtet, welcher in den nachfolgenden und früheren Tabellen als Staubkammer bezeichnet ist. Dieselbe hat eine Höhe von 188 Ctm., eine Breite von 158 Ctm. und eine Tiefe von 165 Ctm. im Lichten gemessen. Durch eine Glasthüre, in welche dicke, zum Theil zu öffnende Glasscheiben eingesetzt sind, wird diese von einem ebenso grossen Vorplatz getrennt. In der hinteren, der Glasthüre gegenüber gelegenen Mauer sind gleichfalls Glasscheiben und mehrere eiserne Röhren oben und unten eingesetzt; durch die oberen Röhren kann Luft und Staub zugeführt werden, während durch die unteren

Wasser zum Tränken und Spülen zuzuleiten ist. Durch diese Einrichtung ist die Aufstellung des Staubapparates, welcher auch bei dieser Versuchsreihe derselbe war, ausserhalb der Kammer ermöglicht und dadurch der Betrieb und die Ueberwachung desselben sehr erleichtert. Der Staubraum selbst aber ist so gross, dass die Thiere sich frei bewegen können; sowie überhaupt für ihre Wartung und Verpflegung in jeder Hinsicht gesorgt worden ist.

Tabelle IV. Versuche über Smirgelinhalation, geordnet nach der Inhalationsdauer.

b) Hunde.

Versuchs-nummer und Versuchsthier; Staubraum	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchs-dauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochen-mark	Leber
12. — ¾jähriger glatthaariger Pinscher — Tracheotomie — Staubkammer	vom 5. IX. 78. bis 7. X. 78. — täglich 24 Stunden — 33 Tage	gestorben 7. IX. 78. — Verstopfung der Canüle — Versuchsdauer 33 Tage	Die beiden Lungen dunkelbraunroth, stark mit Blut überfüllt, namentlich die unteren Abschnitte. Ein deutlicher Unterschied in der durch den Staub bedingten Färbung besteht zwischen beiden Seiten nicht; dagegen erscheinen die unteren Lappen etwas dunkler wie die oberen. Im mediastinalen Zellgewebe braune kleine Knötchen, ebenso in der Pleura mediastinalis. Im oberen Lappen enthalten viele Alveolen vereinzelte grosse platte Staubzellen, selten kleine runde staubführende Zellen; einige Alveolen sind mit Staubzellen gefüllt. Die Capillaren stark erweitert und mit Blut überfüllt; die interalveolären Scheidewände breiter, aber nicht zellig infiltrirt. Die peribronchialen und perivasculären Scheiden mit Staub gefüllt, stellenweise zellig infiltrirt und hyperplastisch. Zahlreiche staubführende Lymphknötchen. In den unteren Lappen im Wesentlichen derselbe Befund; nur ist die Blutfülle eine bedeutendere.	Ziemlich viel Staub an der äusseren Seite der Follikel und in dem äusseren Dritttheil derselben, mehr Staub an deren Innenseite. Auch die Anfänge der Follikularstränge enthalten viele Staubzellen, spärlich sind sie in den angrenzenden Lymphgängen, welche dagegen viel gelbes Pigment führen.	Nicht untersucht.	Nicht untersucht.	Nicht untersucht.
22. — kleiner brauner Pinscher; — Staubkammer	vom 14. XI. 78 bis 1. VIII. 79. — täglich 24 Stunden — 260 Tage	gestorben 1. VIII. 79. — Versuchsdauer 260 Tage	Der Pleuraüberzug des rechten oberen Lappens geröthet und fibrinös belegt; im Mediastinum, an der mediastinalen Pleura und dem parietalen Blatt des Herzbeutels kleine braune Knötchen, isolirt stehend und kettenförmig aneinandergereiht. Die sämmtlichen Lappen beider Lungen collabirt, derber, weniger lufthaltig und dunkelbraun gefärbt. Im oberen Lappen sind viele Alveolen mit grösseren und kleineren Staubzellen gefüllt; die perivasculären und peribronchialen Bindegewebszüge enthalten viel Staub; ebenso die Lymphknötchen; die interalveolären Leisten etwas verbreitert, aber nichtzellig infiltrirt; da-	Die Architektur der Drüsen etwas unklar, die Follikel undeutlich, mässig viel Staub an der Aussen- und Innenseite der Follikel, sowie in ihnen; viel Staub in den Follikularsträngen, etwas weniger in den angrenzenden Lymphgängen.	Milzpulpa voll gelben, Eisenreaction gebenden Farbstoffes, in der gewöhnlichen Weise angeordnet.	Nicht untersucht.	In den Capillaren zahlreiche Farbstoffkörner u. -kugeln enthalt. Zellen, ebensolche perivasculär.

			lären Bindegewebszüge solche Veränderungen. In den unteren Lappen derselbe Befund, nur grösserer Blutreichthum. Im linken Oberlappen eine acute Infiltration.				
24. — kleiner schwarzer Pinscher — Staubkammer	vom 14. XI. 78. bis 5. VIII. 79. — täglich 24 Stunden — 264 Tage	gestorben 5. VIII. 79. — Versuchsdauer 265 Tage	Einlagerung von Staub im Mediastinum, parietalen Blatt der Pleura beiderseits und im Pericard. Pleuraüberzug der Lungen stellenweise schwielig. Die Lungenlappen derb, gleichmässig braun gefärbt, die unteren Lappen von dunkelrothen Herden durchsetzt; solche vereinzelt auch in den oberen Lappen. Entsprechend den Herden sind die Lungenalveolen mit Pfröpfen ausgefüllt, welche aus desquamirten Epithelien, kleinen Rundzellen, feinkörniger Zwischensubstanz und Staub bestehen. Die interalveolären Leisten verbreitert und zellig infiltrirt. An den anderen Stellen führen die Lungenalveolen vereinzelte oder zahlreiche grosse platte Staubzellen; die perivasculären und peribronchialen Scheiden mit Staub gefüllt, verdickt und zellig infiltrirt; die interalveolären Leisten nur da zellig infiltrirt, wo sie mit Staub gefüllte Alveolengruppen begrenzen. In den Lymphknötchen Staub.	An der Aussen- und Innenseite der Follikel Staubzellen in mässig grosser Zahl; ebenso im Innern einzelner Follikel. Die Follikularstränge mit Staub erfüllt, solcher findet sich spärlich auch in d. Lymphgängen; ausserdem goldgelbes Pigment in ziemlicher Menge.	Wie bei 22.	Knochenmark nicht untersucht.	Wie bei 22.
17. — kleiner ½ jähriger Pinscher — Staubkammer	vom 4. XI. 78. bis 1. IX. 79. — täglich 24 Stunden — 301 Tage	gestorben 1. IX. 79. — Versuchsdauer 301 Tage	Pleuraüberzug beider Lungen theils fleckig geröthet, theils schwielig. In der Pleura parietalis, mediastinalis und im Pericardium parietale braune Farbstoffeinlagerungen. Die Lungenlappen braun gefärbt, auf dem Durchschnitt marmorirt, derb; in den oberen und unteren Lappen rothe und graurothe Herde. Die Lungenalveolen an diesen Stellen mit kleinen Rundzellen und desquamirten Epithelien gefüllt, welche theils Staub führen, theils staubfrei sind; manche Pfröpfe bestehen aus einer feinkörnigen Masse, die Staub enthält; die interalveolären Leisten stark kleinzellig infiltrirt. In den verbreiterten und zellig infiltrirten perivasculären und peribronchialen Bindegewebszügen viel Staub, ebenso in den Lymphknoten.	Die Anordnung des Staubes wie bei 21; ausserdem auch hier viel goldgelbes Pigment, das sehr weit gegen das Centrum vorgedrungen ist.	Viel gelber Farbstoff in der Milzpulpa in der gewöhnlichen Anordnung; auch die peripheren Abschnitte der Follikel enthalten gelbes Pigment.	Nicht untersucht.	Intra- und perivasculäre Farbstoffkörner u. -kugeln, zum grossen Theil an Zellen gebunden.

Versuchsnummer und Versuchsthier; Staubraum	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchsdauer	Lungen, Bronchien etc.: makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochenmark	Leber
13. — grosser brauner 2jähriger Pinscher — Staubkammer	vom 5. IX. 78. bis 27. VIII. 79. — täglich 24 Stunden — 356 Tage	gestorben 27. VIII. 79. — Versuchsdauer 356 Tage	Im Mediastinum, den Pleurablättern braune knötchenförmige Farbstoffeinlagerungen; Pleraüberzug an verschiedenen Stellen von schwieligen Flecken durchsetzt. Die Lungenlappen derb und gleichmässig intensiv braun gefärbt; in sämmtlichen Lappen grössere und kleinere Herde. An diesen Stellen Pfröpfe in den Alveolen von der schon öfter erwähnten Zusammensetzung; auch die interalveolären Bindegewbszüge zeigen die gewöhnliche Veränderung; sonst bald vereinzelte, bald zahlreichere Staubzellen in den Lungenalveolen, zellige Infiltration und Staubfüllung der perivasculären und peribronchialen Bindegewebszüge, sowie der Lymphknoten.	Zahlreiche Staubzellen an der Aussenseite der Follikel, noch mehr an der Innenseite, spärlicher im Innern der Follikel; d. Follikularstränge ganz vollgepfropft; auch die Lymphgänge enthalten vereinzelte Staubzellen, aber viel mehr gelbes Pigment.	Wie bei 17.	Nicht untersucht.	Wie bei 17.
33. — gelber Schnauzer — Staubkammer	vom 11. III. 79. bis 2. IV. 80. — täglich 24 Stunden — 387 Tage	getödtet 2. IV. 80. — Versuchsdauer 387 Tage	Im Mediastinum, in der Pleura pulmonalis, mediastinalis und diaphragmatica, sowie im Pericard braune Knötchen; in der Pleura pulmonalis weissliche Flecken. Sämmtliche Lappen dunkelbraunroth, die Ränder etwas heller; Gewebe derb, aber lufthaltig. Die Lungenalveolen enthalten vereinzelte Staubzellen, sind seltener mit solchen gefüllt, an diesen Stellen zellige Infiltration der interalveolären Leisten. Die peribronchialen, perivasculären Bindegewebszüge und Lymphknoten zeigen die gewöhnlichen Veränderungen.	An der äusseren und inneren Seite der Follikel, sowie in den peripheren Theilen derselben zahlreiche Staubanhäufungen, sie sind spärlicher in der Mitte der Follikel; die Follikularstränge ganz vollgepfropft, mässig viel Staub, aber viel Pigment in den Lymphgängen.	Milzpulpa sehr reich an gelbem Pigment.	Mässig viel gelber Farbstoff; Knochenmark sehr fettreich.	Sehr viel freies und an Zellen gebundenes gelbes Pigment intra- und perivasculär.
8. 2jähriger Pinscher — Staubkammer — Tracheotomie am 15. VI. 78. Canüle entfernt am 17.	vom 1. VII. 78. bis 12. VIII. 79. — täglich 24 Stunden — 407 Tage	gestorben 12. VIII. 79. — Versuchsdauer 407 Tage	Staubanhäufung im Mediastinum und in der Pleura die gewöhnliche, in der linken und rechten Pleurahöhle trüber Inhalt; links unten feste Verwachsungen, sonst ist die Pleura fleckig weiss getrübt und verdickt; im oberen Lappen beider Lungen kirschkerngrosse graue Herde. Die Veränderungen an diesen Stellen die schon öfter erwähnten; auch die Befunde an den nicht infiltrirten Partien sind die gewöhnlichen.	Die Anordnung des Staubes und Pigmentes wie bei 33; ausserdem findet sich hier eine Staubanhäufung zwischen den Zellen des die Drüsen umhüllenden Fettgewebes.	Wie bei 33.	Nicht untersucht.	Wie bei 33.

4. — 2jähriger langhaariger Pinscher — Staubkammer (vgl. Taf. II Fig. 7.)	vom 11. V. 78. bis 31. III. 80. — täglich 24 Stunden — 689 Tage	getödtet 31. III. 80. — Versuchsdauer 689 Tage	Im Mediastinum und an den Pleurablättern derselbe Befund wie bei den früheren Versuchen. Die beiden Lungen dunkelbraun gefärbt, die oberen Abschnitte etwas weniger wie die unteren; alle Lungenlappen sind zwar lufthaltig, aber sehr derb. In den Lungenalveolen vereinzelte Staubzellen oder dichtere Staubanhäufungen; die interalveolären Leisten in der Umgebung der mit Staub gefüllten Alveolengruppen hyperplastisch. Das peribronchiale und perivasculäre Bindegewebe, sowie die Lymphknötchen in derselben Weise verändert, wie bei den anderen Versuchen.	Vertheilung des Staubes und Pigmentes in der Drüse wie bei 8; nur ist die Anhäufung des ersteren noch mässiger.	Grosse Farbstoffmassen in der Milzpulpa, vereinzelte Farbstoffkörner in den Follikeln peripher.	Viel gelbe Farbstoffkugeln.	Viel Farbstoff peri- und intravasculär. Die peripheren Leberzellen enthalten gleichfalls Farbstoffkörner.
2. — kleiner gelber Pinscher — Staubkammer	vom 11. V. 78. bis 2. IV. 80. — täglich 24 Stunden — 692 Tage	getödtet 2. IV. 80. — Versuchsdauer 692 Tage	Mediastinum und Pleurablätter zeigen die gewöhnlichen Veränderungen, ebenso die Lungen; die unteren Lappen etwas dunkler wie die oberen. Kleine in der Pleura pulmonalis gelegene Knötchen und Flecken entsprechen lymphatischen staubführenden Gebilden. Neben Lungenalveolen, die nur vereinzelte Staubzellen führen, mit Staub gefüllte Alvevolengruppen; die zwischen ihnen gelegenen Bindegewebszüge verdickt und zellig infiltrirt. Die Saftbahnen der peribronchialen und perivasculären Bindegewebszüge, sowie die Lymphknötchen mit Staub erfüllt, stellenweise vollständige Injection der ersteren.	Anordnung des Staubes wie bei 4; Staubanhäufung so massenhaft, namentlich in den mittleren Abschnitten der Drüse, dass man die Follikularstränge kaum erkennt.	Wie bei 4.	Einzelne Farbstoffkugeln u. -körner.	Wie bei 4.
3. — 1½jähriger gelber kurzhaariger Pinscher — Staubkammer	vom 11. V. 78. bis 26. VII. 80. — täglich 24 Stunden — 806 Tage	getödtet 26. VII. 80. — Versuchsdauer 806 Tage	Staubanhäufung im Mediastinum, in den Pleurablättern wie bei den früheren Versuchen. Die Lungenlappen dunkelbraun gefärbt; die oberen Lappen in den vorderen Abschnitten etwas heller. Der makroskopische und mikroskopische Befund der Lungen sonst wie bei 2; neben Alveolen mit vereinzelten Staubzellen Alveolengruppen, welche mit Staub gefüllt, deren interalveoläre Leisten verdickt und zellig infiltrirt sind. Der Befund am peribronchialen und perivasculären Bindegewebe, sowie in den Lymphknoten wie bei den anderen Versuchen.	Massenhaft Staub in derselben Anordnung wie bei 2. Die Staubanhäufung erstreckt sich in den Follikularsträngen sehr weit gegen die Mitte; die mittleren Abschnitte führen aber weniger Staub; die umgebenden Lymphgänge sind staubfrei, während sie viel gelbes Pigment führen.	Wie bei 2.	Enthält sehr grosse und ziemlich viele gelbe Farbstoffkugeln.	Wie bei 2.

Bei mehreren der Versuche, welche in der vorstehenden Tabelle aufgeführt sind, ist ein Unterschied in der Färbung zwischen oben und unten, links und rechts nicht vorhanden; liess sich ein solcher überhaupt feststellen, so pflegte die Färbung unten stärker wie oben, rechts mehr wie links ausgesprochen zu sein.

In den Lungenalveolen findet sich der Staub, theils frei theils an grössere platte und kleinere rundliche Zellen gebunden, in mässiger Menge; immer sind aber einzelne Alveolen und Alveolengruppen vollständig mit solchen Staubmassen erfüllt. Während in den interalveolären Leisten meistens nur wenig Staub nachgewiesen werden kann, ist dieser regelmässig in den periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Lymphräumen, sowie in den Lymphknoten angehäuft und zwar in einer Menge, welche in unmittelbarem Verhältniss zur Intensität und Dauer der Verstäubung steht. Die perivasculäre Staubablagerung pflegt eine mehr gleichmässige, die peribronchiale eine mehr fleckweise zu sein (Taf. II Fig. 7).

Die Folgen der Inhalation machen sich auch bei diesen Versuchen am frühzeitigsten und constantesten an den Alveolarepithelien geltend, welche, mochten sie frei im Lumen oder wandständig liegen, mehr oder weniger Staub führen und eigenthümlich gequollen sind. Dazwischen finden sich gewöhnlich vereinzelte, seltener zahlreiche lymphoide Staubzellen. Zellige Infiltrationen und mässige Verbreiterungen der periinfundibulären, perivasculären und peribronchialen Bindegewebslager kommen auch bei Hunden in ziemlich früher Zeit vor; etwas später stellen sich solche Veränderungen in der Umgebung der mit Pfröpfen erfüllten Alveolen und Alveolengruppen ein. Wirklich indurative Processe kommen aber erst nach mehreren Monaten zu Stande; sie sind ursprünglich meist herdweise Affecte; diffuse Erkrankungen habe ich erst nach dem Ablauf vieler (12) Monate beobachtet. Das anatomische Wesen dieser Erkrankungen ist in beiden Fällen dasselbe: vereinzelte oder gruppenweise angeordnete Alveolen erfüllt mit Staubpfröpfen, welche in eine eigenthümlich trockene Masse umgewandelt sind, das zwischen ihnen befindliche Bindegewebe aber verdickt und fibrös umgewandelt.

Auch lobuläre und lobäre Pneumonien sind bei solchen Staubhunden nicht selten. Dagegen habe ich käsige Entzündungsprocesse weder in der Lunge noch in einem anderen Organ wahrgenommen.

Die Bronchien und die Trachea zeigen nicht selten die Erscheinungen eines chronischen Katarrhes; an der hinteren Commissur der Stimmbänder habe ich wiederholt flache Geschwüre gesehen.

Die Pleura pulmonalis ist sehr häufig von weisslichen Knötchen und Flecken durchsetzt, welche dieselbe Structur zeigen wie die entsprechenden Gebilde bei Kaninchen. In der Pleura pulmonalis mediastinalis, sowie im mediastinalen Zellgewebe findet man immer bald in grösserer bald in kleinerer Zahl braune rundliche Knötchen, welche den mit Staub gefüllten Lymphwarzen, wie sie normal schon an diesen Stellen bei Hunden vorkommen, entsprechen; allerdings erscheinen sie, wie ich glaube nicht nur grösser, sondern auch zahlreicher.

Die Vertheilung des Staubes in den Bronchialdrüsen bei diesen Staubhunden ist im Wesentlichen dieselbe wie bei Kaninchen. Nach vier Wochen findet sich ziemlich viel Staub an der äusseren, mehr noch an der inneren Seite der Follikel. Auch die Follikel selbst enthalten in ihren peripherischen Abschnitten Staub, während die centralen staubfrei sind. Die äusseren Dritttheile der Follikularstränge führen gleichfalls viel Staub, während in den angrenzenden Lymphgängen nur vereinzelte Staubzellen nachgewiesen werden können; dagegen sind diese mit goldgelbem Pigment bis ins Centrum der Drüse hinein überfüllt. Bei längerer Versuchsdauer rückt der Staub continuirlich in den Follikularsträngen vor; die äusseren zwei Dritttheile derselben sind nach neun Monaten mit solchem vollgestopft, dagegen enthalten die angrenzenden Lymphgänge, welche sehr häufig entsprechend einer Dickenzunahme der Follikularstränge sich verschmälern, nur spärliche Staubzellen; was um so auffallender ist, als die sie durchsetzenden spindelförmigen und ästigen Zellen mit goldgelbem Pigment überfüllt sind. Auch nach sechsundzwanzig Monaten finden sich im Centrum der Bronchialdrüsen Follikularstränge, welche wenig Staub führen oder staubfrei sind, während die äusseren zwei Dritttheile so voll schwarzen und gelben Pigmentes sich zeigen, dass deren Structur fast vollständig verwischt ist. Die Verengerung der Lymphgänge hat dementsprechend zugenommen; aber auch jetzt enthalten sie wenige Staubzellen in den äusseren, keine in den mittleren Abschnitten der Drüsen.

Bezüglich der Befunde in den anderen Organen ist zunächst zu erwähnen, dass die Milzpulpa sehr häufig beträchtliche Mengen gelben kugligen und körnigen Pigmentes enthält; ferner trifft man in Zellen eingeschlossen, zum Theil aber auch frei, dunklere Körn-

chen, welche gleich den goldgelben Massen deutliche Eisenreaction geben; zweifellosen Staub, namentlich Korundpartikelchen, habe ich nie gefunden, ebensowenig wie in dem Versuch 46 (vgl. Tabelle II) Ultramarinkörner. Auch die Leber enthält meistens mehr oder weniger goldgelbes Pigment in Körner- und Kugelform. Dasselbe liegt an grosse Zellen gebunden intra- und perivasculär; aber auch die sternförmigen Zellen im reticulären Bindegewebe enthalten gleichfalls solches Pigment; in den interacinösen Bindegewebszügen kommen oft sehr ausgiebige Anhäufungen grosser gelbes Pigment führender Zellen vor, welche alle deutliche Eisenreaction geben. Die Leberzellen selbst enthalten im Protoplasma gelbe Körnchen eingesprengt. Nach der Eisenreaction erscheinen dieselben nicht selten von einem ganzen System blauer Körnchen und Fädchen durchsetzt. Bestandtheile des inhalirten Staubes habe ich auch in der Leber nicht nachweisen können. Die Epithelien der Harnkanälchen scheinen gleichfalls solch gelbes Pigment zu führen, wenigstens findet man in ihnen häufig braune Körnchen, nach der Eisenreaction aber blaue Körner und Stäbchen, welch letztere den Epithelien ein vollständig gestricheltes Aussehen verleihen.

4. Versuche über Inhalation von Sandsteinstaub.

a) Kaninchen.

Die Inhalationseinrichtungen waren bei dieser Versuchsreihe dieselben wie bei der zweiten (Fig. B). Ich habe bei dieser ausschliesslich den kleinen Inhalationskasten verwendet, weil es wegen der beträchtlichen Schwere der Staubart nicht leicht ist, eine dichtere Staubatmosphäre zu erzeugen; aus demselben Grunde ist auch ein stärkerer Druck und eine öftere Füllung des Staubrohres erforderlich.

Den Staub bezog ich aus einer der zahlreichen Steinhütten, in welchen unser rother Sandstein verarbeitet wird. Derselbe wurde durch ein feines Sieb geschüttelt und dann noch einer hohen Temperatur ausgesetzt, um organische Beimengungen möglichst zu zerstören. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigt sich der Staub hauptsächlich aus kleinen Quarzkörnern von sehr unregelmässiger eckiger und spiessiger Gestalt zusammengesetzt; derselbe enthält ausserdem feinkörniges Eisenoxydhydrat, sowie gelegentlich Feldspathkörnchen und Turmalinsäulchen.

Tabelle V. Versuche über Sandsteinstaubinhalation, geordnet nach der Inhalationsdauer.

a) Kaninchen.

Versuchsnummer und Versuchsthier; Staubraum	Dauer der Inhalation pro Tag und im Ganzen	Todesart — Versuchsdauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochenmark	Leber
72. — schwarzes kleines Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 10. XII. 83. bis 24. XII. 83. — täglich 24 Stunden — 14 Tage	getödtet 24. XII. 83. — Versuchsdauer 14 Tage	Lungen lufthaltig, hellroth gefärbt, in den unteren Lappen blutreicher; sämmtliche Lappen von vereinzelten grauen Knötchen durchsetzt, diese sind links unten am zahlreichsten. Dieselben bestehen aus Gruppen von Alveolen, welche mit Rundzellen und desquamirten Epithelien, sowie verschiedenen Staubzellen erfüllt sind; die interalveolären Leisten an diesen Stellen kleinzellig infiltrirt. Sonst in den Alveolen vereinzelte Staubzellen, Anhäufungen solcher in den peribronchialen, perivasculären Scheiden, sowie in den Lymphknötchen.	Nicht untersucht	Mässig viel gelbes Pigment.	Derselbe Befund im Knochenmark	In der Leber aus Granulationsgewebe und Gallengängen bestehende Herde.
77. — rothes Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 17. II. 84. bis 13. III. 84. — täglich 24 Stunden — 24 Tage	getödtet 13. III. 81. — Versuchsdauer 24 Tage	Lungen im Allgemeinen lufthaltig, die unteren Lappen blutreicher und von Hämorrhagien durchsetzt; kleine Knötchen in ähnlicher Vertheilung wie bei 72. Einzelne Alveolen mit staubfreien und staubhaltigen desquamirten Epithelien gefüllt; manche dieser enthalten gelbes Pigment. Im perivasculären und peribronchialen Bindegewebe, sowie in den Lymphknoten dieselben Veränderungen wie bei 72.	Nicht untersucht	Viel Pigment in der Milzpulpa in der gewöhnlichen Anordnung.	Wenig Pigment.	Aus Granulationsgewebe bestehende Herde, welche zum Theil in der Mitte degenerirt sind.
67. — grosses Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 10. XII. 83. bis 4. I. 84. — täglich 24 Stunden — 25 Tage	getödtet 4. I. 84. — Versuchsdauer 25 Tage	Lungen in den unteren Lappen blutreicher, sonst lufthaltig; in den oberen Lappen kleine Hämorrhagien; in allen Lappen kleine und kleinste weissliche Herde. Alveolen und Gruppen von Alveolen mit Rundzellen und desquamirten Epithelien, die theils Staub führen, theils staubfrei sind, gefüllt; andere enthalten nur vereinzelte lymphoide oder epitheliale Staubzellen; die interalveolären Leisten an der Stelle der gefüllten Alveolengruppen verbreitert und zellig infiltrirt. Sonst im Bindegewebe und in den Lymphknötchen dieselben Veränderungen wie bei 72. Ausserdem finden sich in der Lunge kleine aus Granulationsgewebe bestehende Knötchen mit degenerirtem Centrum.	Nicht untersucht	Mässig viel gelbes Pigment, kleine Herde von Granulationsgewebe mit degenerirtem Centrum.	Mässig viel gelbes Pigment. Dieselben Herde wie in der Milz.	Gelbes Pigment in der gewöhnlichen Anordnung. Dieselben Herde wie in der Milz.

Versuchs-nummer und Versuchsthier; Staubraum	Dauer der Inhalation pro Tag und im Ganzen	Todesart — Versuchsdauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchial-drüsen	Milz	Knochen-mark	Leber
74. — weisses Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 24. XII. 83. bis 28. I. 84. — täglich 24 Stunden — 35 Tage	gestorben 28. I. 84. — Versuchsdauer 35 Tage	Die Lungen lufthaltig, elastisch, unten blutreicher, von zahlreichen kleinen Hämorrhagien durchsetzt. An zahlreichen Stellen kleine vesiculäre Pneumonien; die Alveolen mit Epithelien und Staub gefüllt; das interalveoläre Bindegewebe nur an diesen Stellen verändert. Sonst die Alveolen mit vereinzelten epithelialen und lymphoiden Staubzellen erfüllt. Der Befund in den peribronchialen und perivasculären Scheiden, sowie an den Lymphknoten wie bei den anderen Versuchen.	Nicht untersucht	Ziemlich viel gelbes Pigment in der Milzpulpa.	Mässig viel gelbes Pigment.	Gelbes Pigment in der gewöhnlichen Anordnung.
68. — kleines graues Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 10. XII. 83. bis 23. I. 84. — täglich 24 Stunden — 44 Tage	getödtet 23. I. 84. — Versuchsdauer 44 Tage	In sämmtlichen Lungenlappen graue Knötchen; dieselben sind unten etwas zahlreicher wie oben, rechts mehr wie links; sonst sind die Lungen lufthaltig elastisch, in den unteren Abschnitten blutreicher. Diese Knötchen entsprechen vesiculären Pneumonien von der schon öfter ausgeführten Zusammensetzung. Bezüglich der peribronchialen und perivasculären Scheiden, sowie der Lymphknötchen die Befunde wie bei den früheren Versuchen.	Nicht untersucht	Viel gelbes Pigment in der Pulpa.	Wenig gelbes Pigment.	Wenig gelbes Pigment. Viele aus Granulationsgewebe und Gallengängen bestehende Herde.
71. — schwarzes Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 10. XII. 83. bis 23. I. 84. — täglich 24 Stunden — 44 Tage	gestorben 23. I. 84. — Versuchsdauer 44 Tage	Sehr spärliche Knötchen in den verschiedenen Lappen, sonst das makroskopische Verhalten wie bei 72. Die kleinen Herde zeigen die gewöhnliche Zusammensetzung; auch die sonstigen Veränderungen in den Lungen sind dieselben wie bei den früheren Versuchen.	Nicht untersucht	Viel gelbes Pigment in der Pulpa.	Sehr spärlich gelbes Pigment.	Verbreiterung der interacinösen Bindegewebszüge und Umbildung von Gallengängen.
69. — grosses graues Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 10. XII. 83. bis 31. I. 84. — täglich 24 Stunden — 52 Tage	getödtet 31. I. 84. — Versuchsdauer 52 Tage	In den beiden unteren Lappen zahlreiche kleine Hämorrhagien, ausserdem in sämmtlichen Lappen graue kleine Herde. Die mikroskopischen Befunde an diesen, sowie an den anderen Stellen dieselben wie bei den früheren Versuchen.	Nicht untersucht	Wie bei 71.	Wie bei 71.	Derselbe Befund wie bei 71.

75. — grosses graues Kaninchen — kleiner Staubkasten	vom 26. I. 84. bis 22. III. 84. — täglich 24 Stunden — 56 Tage	getödtet 22. III. 84. — Versuchsdauer 56 Tage	Spärliche weissliche und graue Knötchen in sämmtlichen Lappen, sonst sind die Lungen lufthaltig und elastisch, in den unteren Abschnitten blutreicher. Der mikroskopische Befund derselbe wie bei den vorhergehenden Versuchen.	Nicht untersucht	Wie bei 71.	Wie bei 71.	Wie bei 71.
77. — grosses rothes Kaninchen — kleiner Staubkasten (vgl. Taf. I Fig. 1)	vom 26. I. 84. bis I. VIII. 84. — täglich 24 Stunden — 187 Tage	getödtet 5. IX. 84. — 35 Tage nach sistirter Inhalation — Versuchsdauer 222 Tage	Sehr zahlreiche graue Knötchen, besonders dicht gestellt unten rechts, unten links weniger, spärlicher oben. Dieselben entsprechen mit desquamirten und staubführenden Epithelien gefüllten Alveolengruppen; die zwischen den Alveolen gelegenen interalveolären Leisten, sowie die dieselben umgebenden Bindegewebszüge sind verbreitert und stark zellig infiltrirt; in den unteren Lappen sind diese Veränderungen ausgedehnter als in den oberen Lappen, ausserdem sind sie diffus infiltrirt. Perivasculäre und peribronchiale Scheiden, sowie Lymphwarzen mit Staub überfüllt.	Nicht untersucht	Sehr viel dunkelbraunes Pigment.	Mässig viel gelbes Pigment.	An einzelnen Stellen Vermehrung des Bindegewebes.
70. — grosses graues Kaninchen — kleiner Staubkasten (vgl. Taf. I Fig. 2)	vom 10. XII. 83. bis 1. VIII. 84. — täglich 24 Stunden — 234 Tage	getödtet 22. VIII. 84. — 21 Tage nach sistirter Inhalation — Versuchsdauer 255 Tage	Die beiden Herzbeutelblätter in der ganzen Ausdehnung mit einander verwachsen; die linke Lunge ist oben lufthaltig, unten blutreicher; die rechte Lunge unten sehr stark blutig infiltrirt. Beide Lungen von zahlreichen grauen derben Knötchen durchsetzt; dieselben stehen in den unteren gleichmässig infiltrirten Lappen sehr dicht, sind in den oberen etwas spärlicher. Dieselben zeigen die gewöhnliche Zusammensetzung; im unteren Lappen sind die Veränderungen ausgedehnter; dem entsprechend trifft man auf grössere Strecken hin mit Staub gefüllte Alveolen, deren Zwischengewebe stark verdickt und zellig infiltrirt ist. Auch die Veränderungen an den peribronchialen und perivasculären Scheiden, sowie an den Lymphknötchen sind sehr hochgradig.	Nicht untersucht	Mässig viel gelbes Pigment.	Mässig viel gelbes Pigment.	Wie bei 76.

Bei den bisher geschilderten Versuchsreihen war die Färbung der Lungen entsprechend der Eigenart und Intensität der Farbe des inhalirten Staubes wenigstens bei längerer Versuchsdauer eine so ausgesprochene, dass schon mit unbewaffnetem Auge aus der Färbung der einzelnen Lungenabschnitte auf die Vertheilung des Staubes ein Schluss zulässig war. Auch bei den in der vorstehenden Tabelle V aufgeführten Versuchen ist eine durch die Staubinhalation bedingte lichtrothe Färbung an den Lungenlappen nachweisbar. Dieselbe ist aber keine so hervortretende und eigenartige, dass man schon nach dem makroskopischem Aussehen über die Anordnung des Staubes ein Urtheil sich bilden kann und zwar um so weniger, als bei grösserem Blutreichthum der einzelnen Abschnitte die durch den Staub bedingte Färbung mehr oder weniger zurücktritt oder ganz verdeckt wird.

Hält man sich berechtigt, aus der Anwesenheit und Anordnung der kleinen grauen Knötchen, welche bei dieser Versuchsreihe in so ausgesuchter Weise subpleural die Lungen durchsetzen (Taf. I Fig. 1 u. 2), auf die Vertheilung des Staubes einen Schluss zu ziehen, so wäre zu berücksichtigen, dass dieselben in den unteren Lappen häufiger zu sein und dichter zu stehen pflegen als in den oberen; dagegen besteht zwischen den beiden Seiten kein deutlich ausgesprochener Unterschied, vielleicht sind diese Gebilde im rechten unteren Lappen zahlreicher als im linken unteren.

Die Anordnung des Staubes in den Alveolarlumina, auf den Alveolarwänden, im periinfundibulären, peribronchialen, perivasculären Bindegewebe, sowie in den Lymphknoten war die gewöhnliche, vielleicht mit dem Unterschiede, dass die Ablagerung eine spärlichere zu sein schien, ein Befund, der sich aus der Schwere des Staubes, sowie aus dem Umstande erklärt, dass die einzelnen Bestandtheile, so charakteristisch sie sind, doch dem Auge weniger auffallen, als die der anderen Staubarten.

Auch die in den Lungen durch die Inhalation zu Stande gekommenen Veränderungen entsprachen nicht meinen Erwartungen. Die Alveolen enthielten zwar grössere und kleinere Staubzellen oder waren mit Staubpfröpfen erfüllt, aber die Zahl solcher Alveolen schien mir spärlicher als bei der dritten Versuchsreihe; dem entsprechend waren auch die Veränderungen im peribronchialen und perivasculären Bindegewebe nicht so verbreitet. Dass dieses Verhalten wesentlich mit der Schwierigkeit, eine dichtere

Staubatmosphäre für längere Zeit zu erzeugen, zusammenhängt, geht schon aus dem Befund sehr starker Veränderungen an den Stellen, wo der Staub eingewirkt hatte, namentlich bei längerer Versuchsdauer hervor. Geradezu auffallend war das Hervortreten der kleinen Herde, welche aus mit Staub erfüllten und von derbem Bindegewebe umsäumten Alveolen bestanden. In späterer Zeit blieben auch mehr diffuse Veränderungen nicht aus.

Ebenso charakteristisch und constant waren die knötchenförmigen und fleckigen Verdickungen der Pleurablätter, der Pleura pulmonalis insbesondere.

Auch in diesen Fällen habe ich keine Staubpartikelchen in anderen Organen nachweisen können.

b) Hunde.

Die Versuchsanordnung war bei der folgenden Versuchsreihe dieselbe wie bei der vorigen. Die Hunde wurden aus dem früher ausgeführten Grunde nicht in die Staubkammer, sondern in den Staubkasten gesperrt, in welchem dieselben aber nur 9—12 Stunden verblieben, während sie den Rest der Zeit im Freien zubrachten. Diese Procedur war keine zu eingreifende, wie schon daraus hervorgeht, dass von den fünf Versuchsthieren zwei nach 167 und 336 Tagen an frischen Pneumonien zu Grunde gingen, während die drei anderen nach 479 und 718 Tagen getödtet wurden.

Tabelle VI. Versuche über Inhalation von Sandsteinstaub, geordnet nach der Inhalationsdauer.

b) Hunde.

Versuchs-nummer u. Versuchsthier; Staubraum	Dauer der Inhalation pro Tag u. im Ganzen	Todesart — Versuchs-dauer	Lungen, Bronchien etc.; makroskopischer und mikroskopischer Befund	Bronchialdrüsen	Milz	Knochen-mark	Leber
47. — rother Pinscher — kleiner Staubkasten (vgl. Taf. III Fig. 14.)	vom 9. VII. 80. bis 23. XII. 80. — täglich von 9—6 U. — 167 Tage	gestorben 23. XII. 80. — Versuchs-dauer 167 Tage	Im Mediastinum und in den Pleurablättern graurötliche Knötchen. Die Lungen von kleinen Hämorrhagien durchsetzt, in den unteren Abschnitten blutreicher. Viele Alveolen enthalten vereinzelte oder mehrere lymphoide und epitheliale Staubzellen; letztere theils frei im Lumen liegend, theils wandständig aufsitzend; in den unteren Lappen sind einzelne Alveolen und Alveolengruppen ganz mit Staub gefüllt; die interalveolären Leisten nicht wesentlich verändert; in den peribronchialen und perivasculären Scheiden, sowie in den Lymphknötchen mässig viel Staub.	Mässig viel Staub an der Aussenseite der Follikel und im Innern derselben. Viel Staub in den Follikularsträngen, wenige Zellen in den angrenzenden Lymphgängen; die centralen Abschnitte ziemlich staubfrei.	Viel gelber Farbstoff in der Milzpulpa.	Ziemlich viel gelber Farbstoff.	Intravasculär und perivasculär gelegene, gelbes Pigment führende, Zellen.
35. 1jähriger schwarzer Pinscher — kleiner Staubkasten	vom 7. VIII. 79. bis 9. VII. 80. — täglich von 6 U. Abds. bis 6 U. Morg. — 336 Tage	gestorben 9. VII. 80. — Versuchs-dauer 336 Tage	Im Mediastinum und den Pleurablättern graurötliche Knötchen. Die Lungenlappen hellroth gefärbt, derber; die Färbung ist in den unteren Lappen etwas stärker, wie in den oberen, zwischen links und rechts kein Unterschied; die beiden unteren Lappen frisch infiltrirt, in den oberen Lappen kleine Herde. Dieselben bestehen aus Gruppen von Alveolen, welche mit staubführenden Zellpfröpfen gefüllt sind; die interalveolären Leisten an diesen Stellen stark verdickt. An den anderen Stellen enthalten die Alveolen einzelne lymphoide u. epitheliale Staubzellen; die interalveolären Leisten nicht wesentlich verändert. Die verdickten perivasculären und peribronchialen Bindegewebszüge enthalten viel Staub; ebensolcher in grössserer Menge in den Lymphknötchen.	Mässig viel Staub in den Follikeln und an deren Circumferenz; dagegen sehr viel Staub in den Follikularsträngen, weniger in den Lymphgängen. Staubgehalt der Follikularstränge und Lymphgänge nimmt gegen die Mitte ab.	Wenig gelber Farbstoff in der Pulpa.	Wenig gelber Farbstoff.	Wie bei 47.

44. — gelber kleiner Pinscher — kleiner Staubkasten (vgl. Taf. II Fig. 9.)	vom 4. IV. 80. bis 27. VII. 81. — täglich von 9 U. Morg. bis 6 U. Abds. — 479 Tage	getödtet 27. VII. 81. — Versuchsdauer 479 Tage	Im Mediastinum und den Pleurablättern derselbe Befund wie bei den früheren Versuchen. Die beiden Lungen lichtroth gefärbt, an den unteren Lappen ist die Färbung etwas stärker als an den oberen; zwischen den beiden Seiten kein deutlicher Unterschied. Sämmtliche Lungenlappen zeigen unter der Pleura kleine weissliche Knötchen und etwas grössere graue Flecken; an verschiedenen Stellen grauröthliche und graue Herde; dieselben liegen zum Theil um die Bronchien, zum Theil um die Gefässe. Die meisten Herde entsprechen Alveolengruppen, die mit staubführenden desquamirten Epithelien gefüllt sind; andere Pfröpfe bestehen mehr aus einer feinkörnigen Masse und Staub; die interalveolären Leisten daselbst sehr stark verdickt und gegen den Alveoleninhalt nicht scharf abgegrenzt; sonst sind die Alveolen luftführend und enthalten nur einzelne Staubzellen. Die peribronchialen und perivasculären Bindegewebszüge in der gewöhnlichen Weise, aber recht hochgradig verändert, ebenso die Lymphknötchen.	Ziemlich viel Staub an der Aussen- und Innenseite, sowie in den peripheren Theilen der Follikel; die Follikularstränge vollgestopft, so dass die Architektur der Drüse ganz verwischt ist; die mittleren Abschnitte der Drüse führen weniger Staub.	Mässig viel gelber Farbstoff in der Pulpa; Follikel frei.	Vereinzelte gelbe Farbstoffkörner u. -kugeln.	Kleine, aus Granulationsgewebe bestehende Herde; gelber Farbstoff in der gewöhnlichen Vertheilung.
45. — graugelb gefleckter Pinscher — kleiner Staubkasten (vgl. Taf. II Fig. 8.)	vom 4. IV. 80. bis 27. VII. 81. — täglich von 6 U. Abds. bis 6 U. Morg. — 479 Tage	getödtet 27. VII. 81. — Versuchsdauer 479 Tage	Der Pleuraüberzug beider Lungen von weisslichen und grauen Knötchen und Flecken durchsetzt. Das Gewebe sämmtlicher Lappen lichtroth, Färbung unten etwas intensiver; auf dem Durchschnitt zahlreiche graurothe Herde. Der mikroskopische Befund derselbe wie bei 44, was diese Herde sowohl, als auch das übrige Gewebe anbelangt. Im Mediastinum und den Pleurablättern graurothe Knötchen.	Die Anordnung des Staubes wie bei 44.	Wie bei 44.	Wie bei 44.	Wie bei 44.
34. — * weisser Pudel — kleiner Staubkasten	v. 7. VIII. 79. bis 26. VII. 81. — täglich von 6 U. Abds. bis 6 U. Morg. — 718 Tage	getödtet 26. VII. 81. — Versuchsdauer 718 Tage	Das Mediastinum zeigt auch hier grauröthliche Knötchen. Die Pleurablätter von sehr zahlreichen und dichtstehenden grauen Knötchen und Flecken durchsetzt; auf dem Durchschnitt erscheint das Gewebe hellroth und derb. Dieselben Veränderungen in den Lungen, wie bei den früheren Versuchen, nur noch hochgradiger und ausgedehnter.	Die Follikularstränge mit Staub überfüllt; die centralen Abschnitte führen etwas weniger Staub.	Vereinzelte gelbe Farbstoffkörner u. -Kugeln.	Etwas mehr Farbstoffpartikelchen wie bei 44.	Wie bei 44.

Wie bei den vorigen Versuchen (Tabelle V), so zeigen auch bei dieser Versuchsreihe die Lungen eine eigenthümlich hellrothe Färbung; ein Unterschied in dieser ist aber an den einzelnen Lungenlappen nicht zu erkennen. Bemerkenswerth ist die sehr derbe Beschaffenheit der Lungen.

Die Vertheilung des Staubes in dem Lungengewebe bietet keine Besonderheiten: in den Alveolen grosse und kleine Staubzellen, wenig Staub in den interalveolären Leisten, mehr im periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Bindegewebe, sowie in den Lymphknötchen. Die Ansammlung des Staubes um die Bronchien herum ist eine mehr fleckweise, die in der Umgebung der Gefässe eine mehr gleichartige.

Sehr ausgesprochen ist auch bei diesen Versuchen die herdweise Erkrankung des Gewebes. Diese Herde bestehen aus mit Staub erfüllten Alveolen und verdickten fibrösen interalveolären Bindegewebszügen; dieselben schliessen sich besonders häufig an Gefässe, namentlich an die Verästelungen der Pulmonalarterien, ferner an kleinere Bronchien an; bei manchen Herden ist eine solche Beziehung zu Gefässen und Bronchien nicht zu erkennen (Taf. II Fig. 8 u. 9). Ausser diesen herdweisen Erkrankungen kommen diffuse Processe von mehr oder weniger grosser Ausdehnung vor. Auch knötchenförmige und fleckige Verdickungen der Pleura pulmonalis sind ziemlich constante Befunde. — In der Pleura mediastinalis und im mediastinalen Zellgewebe liegen bald mehr bald weniger hellrothe Knötchen: mit Staub erfüllte Lymphwarzen.

Die Bronchialdrüsen enthalten an der äusseren Seite der Follikel und in diesen selbst wenig Staub, um so mehr an der inneren Seite derselben und in den Follikularsträngen, in den letzteren zuweilen in so massenhafter Weise, dass die Architektur und Textur dieser Abschnitte der Drüsen ganz verschwunden ist und speciell die Lymphgänge sehr eng oder überhaupt nicht mehr nachweisbar sind. Diese Veränderungen dehnen sich bei den sehr lange währenden Versuchen weit gegen das Centrum der Drüsen hin aus; doch finden sich auch hier noch Follikularstränge, welche weniger Staub führen und von breiten, keine oder nur vereinzelte Staubzellen enthaltenden Lymphgängen begrenzt sind (Taf. III Fig. 14).

In den anderen Organen habe ich auch bei dieser Versuchsreihe, trotz der langen Dauer der einzelnen Versuche, keinen Staub nachweisen können; es waren hier selbst die dunklen Körnchen, wie sie in den anderen Versuchen gefunden wurden, entsprechend der geringeren Menge des goldgelben Pigmentes sehr vereinzelt.

Versuchsergebnisse und deren Verwerthung für die Staubinhalation beim Menschen.

I. Verhalten des Staubes in den Lungen der Versuchsthiere.

A. Bahnen und Ablagerungsstellen des inhalirten Staubes.

In der Einleitung ist auf die zahlreichen Beobachtungen hingewiesen worden, denen zufolge staubförmig in der Atmosphäre suspendirte Körper mit der eingeathmeten Luft in die menschlichen und thierischen Lungen eindringen. Die Ergebnisse der eben berichteten Versuche stehen mit denselben in vollständigem Einklang; denn auch bei ihnen sind die sämmtlichen zur Inhalation verwendeten Staubarten — Russ, Ultramarin, Smirgel und Sandsteinstaub — in der Trachea, den Bronchien, den Lungenalveolen und endlich im Lungengewebe selbst gefunden worden. Es wird unsere nächste Aufgabe sein zu erörtern, in welcher Form, ob frei oder an Zellen gebunden, diese Staubsorten an den genannten Stellen getroffen werden, an welchen Stätten ihre Ablagerung regelmässig und besonders ausgiebig erfolgt und endlich auf welchen Wegen und in welcher Weise sie in das Lungengewebe eindringen und innerhalb desselben vorrücken.

1. Verhalten des Staubes in der Trachea und den Bronchien.

Die Trachea und die Bronchien enthalten den Staub sowohl frei in Form einzelner in Schleim eingebetteter Körner und Körnerhaufen, als auch an Zellen gebunden. Diese staubführenden Zellen oder „Staubzellen", wie man sie kurz zu bezeichnen pflegt, zeigen wesentliche Verschiedenheiten nicht nur bezüglich ihrer Anfüllung mit Staub, sondern auch in ihrer Form und Grösse. Die einen sind kleiner, haben eine mehr kuglige Gestalt und bestehen aus einem

intensiv sich färbenden Kern sowie aus einem körnigen Protoplasma, insofern dieses neben dem Staub überhaupt nachweisbar ist. Die anderen erscheinen beträchtlich grösser, umschliessen einen hellen bläschenförmigen Kern und haben eine mehr platte Form. Während die ersteren ihrem ganzen Verhalten nach mit lymphoiden Zellen übereinstimmen, gleichen die letzteren mehr Epithelzellen. Die meisten dieser Zellen liegen gewöhnlich in einen feinkörnigen Schleim eingebettet auf dem Epithel, andere höher oder tiefer in der Epithelschichte oder zwischen den Zellen derselben. Vereinzelte Staubzellen kommen ferner in der Mucosa und Submucosa vor.

Für viele dieser Zellen darf wohl, wie später erörtert werden soll, als sicher angenommen werden, dass sie aus den Alveolen stammen. Diese Abkunft ist aber für andere mit Rücksicht auf ihre Lagerung im Epithel nicht wahrscheinlich. Schon KNAUFF[54]) hat darauf hingewiesen, dass die Becherzellen nicht selten Staub führen: eine Angabe, die ich nicht nur bestätigen kann, sondern noch dahin erweitern möchte, dass auch andere tracheale und bronchiale Epithelien, namentlich wenn sie in den Zustand der Proliferation gelangen, Staub aufnehmen und dann nach der Oberfläche abgestossen werden können. Was endlich die kleineren runden zwischen den Epithelzellen gelegenen Staubzellen anbelangt, so sind sie zweifellos in Staubzellen umgewandelte Wanderzellen und es fragt sich nur, ob sie im Zustande der Einwanderung durch das Epithel in die Schleimhaut oder der Auswanderung aus diesem zu betrachten sind. Die Vorstellung liegt ja nahe genug, dass in der Schleimschichte suspendirte Wanderzellen, sei es dass sie vorher schon Staub führten, sei es dass sie solchen nach vorausgegangener Verklebung der Cilien an Ort und Stelle aufnahmen, zwischen den Epithelzellen einwandern; der Befund von Staubzellen in der Mucosa und Submucosa würde auf diese Weise eine einfache Erklärung finden. Nach SIKORSKY[241]) sollen Karminpartikelchen zwischen den Epithelzellen in das Lymphgefässsystem des Bronchus eintreten können. Auch KLEIN[198]) ist der Ansicht, dass ein Uebertritt corpusculärer Elemente von dem Bronchiallumen aus in die peribronchialen Lymphgefässe vorkomme und durch eigene Einrichtungen — Pseudostomata — vermittelt werde. — Eine zweite Möglichkeit, mit der man meines Erachtens rechnen muss, ist die, dass dieselben im Begriff sind auszuwandern und dass wir es mit einem Vorgang der Befreiung der Schleimhaut von dem abgelagerten Staub zu thun haben. Es ist in dieser Hinsicht zu berücksichtigen, dass man Staub wenigstens in der Bron-

chialschleimhaut erst zu einer späteren Zeit und unter Verhältnissen trifft, welche auf sein Eindringen von dem peribronchialen Gewebe aus hinweisen. Besonders bemerkenswerth scheint mir in dieser Hinsicht die Thatsache, dass Staubzellen im Bronchialepithel und in der Bronchialschleimhaut namentlich an solchen Stellen vorkommen, wo staubführende Lymphknötchen der Bronchialwand anliegen (Taf. III Fig. 11) und zwar, nachdem die Inhalation schon längere Zeit sistirt worden ist. Nicht selten trifft man bei solchen Versuchen kleinere gelbe Pigmentkörner und -kugeln nicht nur in der Schleimhaut der Luftröhre und Bronchien, sondern auch zwischen den Epithelzellen. Dass diese auf dem Wege der Einwanderung begriffen seien, ist nicht sehr wahrscheinlich. Berücksichtigt man ferner die Seltenheit solcher Staubzellen in der Bronchialschleimhaut selbst bei langdauernder und intensiver Inhalation, sowie ihre Lagerung vorwiegend in den tieferen Schichten der Mucosa und in der Submucosa, so will es mir wahrscheinlicher dünken, dass diese Zellen vom peribronchialen Zellgewebe und den daselbst gelegenen Lymphgefässen aus in die Mucosa eingewandert sind; eine Möglichkeit, welche bereits SCHOTTELIUS [110]) erörterte.*) So viel geht jedenfalls aus dem Mitgetheilten hervor, dass man bei der Beurtheilung dieser Vorgänge nicht nur mit der Möglichkeit der Einwanderung, sondern auch mit derjenigen der Auswanderung rechnen muss. Unter allen Verhältnissen wird man aber bezüglich der Abkunft der in den Bronchien enthaltenen Staubzellen berücksichtigen müssen, dass sie nicht alle aus den Alveolen, sondern, wenn auch vielleicht nur zum kleinen Theil, von der Schleimhaut der Bronchien stammen und ihrem anatomischen Wesen nach lymphoide und epitheliale Zellen sein können.

2. Verhalten des Staubes in den Lungenalveolen; Staubzellen.

Das Verhalten des Staubes in den Alveolarlumina ist gleichfalls ein verschiedenes, zunächst insofern, als er sowohl frei in der Form feiner Körnchen oder grösserer Körnerhaufen und -ballen, als auch an Zellen gebunden vorkommt. Der freie Staub findet sich namentlich in der ersten Zeit nach der Inhalation, bei manchen Staubarten aber, so namentlich bei Russeinathmungen, noch in spä-

*) Anmerkung. Mit Rücksicht auf die Angabe von REITZ [228]) will ich bemerken, dass bei keinem Versuche Staubkörnchen in den Zellen oder Kapseln der Tracheal- oder Bronchialknorpel gefunden wurden.

teren Perioden. Die Staubzellen zeigen auch in den Alveolen nicht nur eine verschiedengradige Füllung, sondern auch Differenzen bezüglich ihrer Gestalt, Structur und gegenseitigen Anordnung. Im Wesentlichen sind zwei Formen zu unterscheiden: kuglige und platte Zellen. Die ersteren besitzen ein körniges Protoplasma und einen dunklen Kern, der zuweilen gelappt ist oder im Zustande der Abschnürung nach dem Typus der Fragmentirung sich befindet. Die platten Zellen sind immer beträchtlich grösser und enthalten einen hellen bläschenförmigen Kern, insofern derselbe nicht indirecte Segmentirungsvorgänge darbietet. Ihr Protoplasma ist feinkörnig, manchmal aber etwas getrübt; nicht selten hängen mehrere der platten Zellen membranartig zusammen.

Ueber das Wesen und die Genese dieser Staubzellen sind die Ansichten sehr verschieden. Früher wurde es als ganz selbstverständlich angesehen, dass dieselben nichts anderes als losgelöste Alveolarepithelien seien; insbesondere hat VIRCHOW[130]) eingehender das Verhalten des Pigmentes zu den „katarrhalischen" Zellen erörtert. Wie für die ganze Lehre von der Staubinhalation, so sind auch in dieser Hinsicht die von KNAUFF[54]) mitgetheilten Versuchsresultate sehr bedeutungsvoll geworden durch den Nachweis von staubführenden Alveolarepithelien, welche der Wand noch anhaften. Diese Beobachtung ist von SLAVJANSKY[115]) bestätigt, aber deren Fähigkeit sich abzulösen bestritten worden. Vielmehr hält er die in den Alveolarlumina gelegenen Zellen für ausgewanderte weisse Blutkörper und sucht diese Ansicht durch die Beobachtung zu stützen, dass bei Injection verschiedener Farbstoffe in das Blut und in die Trachea beide innerhalb der Staubzellen nachgewiesen werden können. INS[50]) läugnet jede Einwirkung des Staubes auf das Alveolarepithel. Die von KNAUFF und SLAVJANSKY beschriebenen wandständig gelagerten und staubführenden Alveolarepithelien hält er für eine Täuschung; auch unter den abgelösten Zellen konnte er niemals die oft als Beweis angeführten Uebergangsformen sehen. RUPPERT[107]) bestreitet nicht die Möglichkeit, dass weisse Blutkörper an der Bildung der Staubzellen sich betheiligen; vielmehr hat er wiederholt in den Alveolen pigmentirte Zellen, welche ihrem ganzen Verhalten nach nicht anders gedeutet werden konnten, beobachtet. Andererseits weist er aber darauf hin, dass man Staubzellen in grosser Zahl unter Verhältnissen trifft, unter welchen eine reichliche Auswanderung kaum vorausgesetzt werden darf. Betreffs der Versuche SLAVJANSKY's hebt RUPPRET mit Recht hervor, dass

sie für diese Frage nur bedingt verwerthbar sind, weil die corpusculären Stoffe in Flüssigkeiten suspendirt inhalirt wurden und somit ganz andere Bedingungen geschaffen waren. RUPPERT hat nicht nur der Alveolarwand aufliegende Epithelien, welche Staub führten, wahrgenommen, sondern er hat auch eine Reihe von Veränderungen, welche sie vor der Abstossung erfahren, beschrieben. In seiner Erwiderung räumt INS[511]) zwar diese Thatsachen ein, hält aber an seiner Auffassung von der Bedeutung der weissen Blutkörper für die Bildung der Staubzellen fest, indem er die an ihnen beobachteten Contractilitätserscheinungen betont. SCHOTTELIUS[110]) ist der Ansicht, dass ein Theil des Staubes von den quellenden Alveolarepithelien aufgenommen wird, diese eine schleimige Metamorphose eingehen, in die Bronchien gelangen und auf diese Weise die Staubtheile aus den Lungen befördert werden. Nach der Abstossung der Epithelien soll es dann zu einer Auswanderung weisser Blutkörper kommen, welche den Staub aufnehmen und ihn in's Gewebe transportiren.

Vermag der inhalirte Staub in die wandständigen Alveolarepithelien einzudringen, welche Veränderungen erfahren diese, kommt es zu einer Desquamation derselben, stehen diese Vorgänge in Beziehung zu der Bildung der Staubzellen, und wenn dem so ist, gibt es für diese noch eine andere Entstehungsart? Das sind die Fragen, um deren Beantwortung es sich handelt; dass dieselbe nur auf Grund zahlreicher, mit verschiedenen Staubarten angestellter Versuche möglich ist, liegt auf der Hand; ausserdem müssen diese unter Verhältnissen, welche denjenigen bei der Pneumonoconiosis des Menschen möglichst nahe kommen, ausgeführt sein. Inhalationsversuche, welche mit in Flüssigkeiten suspendirten Körpern angestellt sind, können nur bedingt verwerthet werden, weil bei ihnen möglicher Weise ganz andere Verhältnisse und dem entsprechend verschiedene Veränderungen gesetzt werden. Ich kann in dieser Hinsicht RUPPERT nur beipflichten. — An tracheotomirten Thieren angestellte Versuche sind gleichfalls nur mit Einschränkung brauchbar. Von den durch den operativen Eingriff bedingten Veränderungen abgesehen, ist es offenbar nicht gleichgültig, ob der Staub direct in die Luftröhre oder auf dem Umweg durch den Nasenrachenraum in diese eintritt; jedenfalls ist die Lunge in dem letzteren Falle vor der Invasion grösserer Staubpartikel und Staubklumpen eher geschützt.

Behandelt man die Staublungen nach den oben mitgetheilten Methoden, indem man sie durch Ausgiessen mit Alkohol mässig aus-

dehnt und später mit Celloidin durchtränkt, so findet man zahlreiche wandständige Alveolarepithelien, welche mehr oder weniger Staub enthalten. Dieselben scheinen häufig gequollen und manchmal getrübt; das sonst farblos bleibende Protoplasma tingirt sich; die Kerne sind bläschenförmig, färben sich aber zuweilen schwächer. Diese Veränderungen kommen bei der Inhalation aller Staubarten vor, allerdings, wie mir scheint, in verschiedener Intensität; bei Russeinathmungen sind solche wandständige Staubzellen wohl eben so zahlreich wie bei den anderen Versuchen; aber sie bleiben länger auf der Alveolarwand sitzen und desquamiren weniger ausgiebig, wie namentlich bei Smirgel- und Sandsteininhalationen. An den Alveolarepithelien, ob sie Staub führen oder nicht, trifft man ferner sehr häufig Kerntheilungsvorgänge. Es ist hier eine genauere Beschreibung dieser nicht am Platze; es sei deshalb nur erwähnt, dass sowohl dem Typus der indirecten Segmentirung als dem der Fragmentirung angehörige Figuren getroffen werden.

Aus den bisherigen Mittheilungen geht hervor, dass die wandständigen Alveolarepithelien Staub aufnehmen und Proliferationserscheinungen darbieten, aber auch von dem Vorkommen desquamativer Vorgänge kann man sich leicht überzeugen. Sehr häufig liegen innerhalb der Lungenalveolen nicht nur einzelne Zellen, welche ihrer Grösse und platten Form nach mit den Alveolarepithelien übereinstimmen, sondern auch aus solchen Zellen zusammengesetzte Membranen, deren Ursprung nur in diesem Sinne gedeutet werden kann. Auch Kerntheilungsfiguren werden an solchen im Alveolarlumen gelegenen Zellen getroffen. Ich [153]) habe bei einer anderen Gelegenheit darauf aufmerksam gemacht, dass gerade solche Staublungen ein zum Studium desquamativer Processe sehr geeignetes Object abgeben. An derselben Stelle wurde ausgeführt, dass die Versuche von Senftleben [240]) und Tillmanns [255]), so interessant sie in anderer Beziehung sind, die Möglichkeit der Betheiligung der Alveolarepithelien bei verschiedenen Erkrankungen der Lungen, der katarrhalischen Pneumonie insbesondere, zu widerlegen nicht vermögen. Vielmehr geht aus ihnen nur so viel hervor, dass Wanderzellen, welche in die Alveolarräume gehärteter und in die Bauchhöhle versenkter Lungenstücke einwandern, sich aufblähen und zu grossen Zellen umwandeln können. Ueberdies darf bezüglich der Desquamationsvorgänge an den Alveolarepithelien auf die positiven Angaben von Colberg [169]), Sommerbrodt [242]), Buhl [163]), Friedländer [184]), Klein [198]), Feld [177]), Schottelius [116]), Bozzole und Graziadej [162]), Schüller [237]), Cor-

NIL [176]), VERAGUTH [257]), FEUERSTACK [178]) u. A. hingewiesen werden. Ich will noch hinzufügen, dass in Fällen, in welchen eine Auswanderung von Blutkörpern gar nicht oder nur in beschränktem Umfange vorkommt, wie z. B. zuweilen bei der Russinhalation, zahlreiche Staubzellen in den Alveolen getroffen werden. Der Annahme, dass ein Theil der in den Alveolarlumina gelegenen staubführenden Zellen desquamirte Epithelien sind, dürften in Anbetracht dieser Thatsachen Bedenken nicht entgegenstehen.

Auf der anderen Seite will ich nicht unterlassen zu betonen, dass eine Auswanderung aus den Blutgefässen, vielleicht auch aus den Lymphgefässen statt hat. Bei den Russinhalationen ist diese, wie bereits erwähnt, zuweilen eine beschränkte, bei den Smirgel- und Sandsteinverstäubungen dagegen eine ausgiebige. Möglicher Weise wirken die in Rede stehenden Staubarten je nach der Oberflächenbeschaffenheit der Staubkörner verschiedenartig, mindestens verschiedengradig. Das Vorkommen der Auswanderung darf aus dem Befund von Zellen erschlossen werden, welche durch Form, Grösse und Structur, wie oben ausgeführt worden ist, von den desquamirten Alveolarepithelien sich unterscheiden. In dieser Hinsicht sind ferner die Contractilitätserscheinungen zu berücksichtigen, welche man an den Staubzellen beobachtet hat. Ist es richtig, dass solche Vorgänge auch an den Alveolarepithelien, wie von FRIEDLÄNDER [185]) berichtet wurde, vorkommen, so würden allerdings dieselben behufs Unterscheidung der beiden Arten von Staubzellen nicht verwerthbar sein. Dass man aber ihrem Ursprung und ihrer ganzen Erscheinung nach wie in den Bronchien so auch in den Alveolen zwei verschiedene Formen von Staubzellen — lymphoide und epitheliale — unterscheiden muss, das scheint mir ein wichtiges Ergebniss, welches auch bei der Beurtheilung der Abkunft und diagnostischen Bedeutung der in den Sputis vorkommenden Zellen, wie unten ausgeführt werden soll, volle Beachtung verdient.

3. Stellen des Uebertrittes des Staubes durch die Wandung der Lungenalveolen in das Saftkanalsystem und die Lymphgefässe.

In den vorstehenden Zeilen ist ausgeführt worden, dass ein Theil des Staubes, welcher in die Luftröhre, die Bronchien und Lungenalveolen eingedrungen ist, frei, gewöhnlich aber an Zellen gebunden und mit Schleim gemengt wieder nach aussen abgeführt wird; ein

anderer Theil bleibt mehr oder weniger lange auf der Tracheal- und Bronchialschleimhaut oder im Lumen der Lungenalveolen liegen, während die anderen Staubmassen ins Gewebe vorrücken. Bezüglich der Schleimhaut der Bronchien ist bereits oben erörtert worden, dass manche der Staubzellen vielleicht als vom Lumen aus zwischen den Epithelzellen in das Gewebe der Schleimhaut eingewandert zu betrachten sind. Dass aber eine ausgiebigere oder regelmässige Einwanderung auf diesem Wege erfolge, ist schon in Anbetracht der Wimperbekleidung nicht wahrscheinlich.

Im Anschluss an diese Bemerkungen über die Geschicke des Staubes in der Tracheo-bronchialschleimhaut wird zunächst ausgeführt werden müssen, in welcher Weise die Staubmassen den Wandungen der Alveolargänge und der Alveolen gegenüber sich verhalten, insbesondere aber auf welchen Wegen und in welcher Form sie durch diese in das umgebende Bindegewebe gelangen. Die Thatsache, dass der Staub in das Lungengewebe selbst eindringt, darf mit Rücksicht auf die Erfahrungen an der menschlichen und thierischen Lunge, sowie unter Hinweis auf die Constanz des Resultates unserer zahlreichen Versuche in dieser Hinsicht als eine feststehende bezeichnet werden. Um so auffallender mag es erscheinen, dass wir über die Stellen, an welchen der Uebertritt, und über die Art und Weise, wie sich derselbe vollzieht, nur mangelhaft unterrichtet sind.

Wie später zu erörtern sein wird, findet die Ablagerung des Staubes im Lungenbindegewebe und der Transport desselben nach den Bronchialdrüsen in der Richtung der Lymphbahnen statt. Ich erwähne diese Thatsache an dieser Stelle, weil sie uns in nicht misszuverstehender Weise anzeigt, dass die Lymphwege der Lungen und deren Einrichtungen in erster Reihe berücksichtigt werden müssen. Vor Allem wird die Frage zu erwägen sein, ob an der Wandung der Alveolargänge und Alveolen Einrichtungen existiren, welche den Uebertritt solcher Staubtheile gestatten, beziehungsweise vermitteln. Die ersten ausführlicheren Mittheilungen über die Anordnung der Lymphwege an diesen Stellen verdanken wir wohl Wywodzoff [264]). Er nimmt an, dass sich die Lymphe innerhalb der Alveolenwand in wandungslosen Räumen ansammelt, welche jedoch immer in der Ebene der Wand liegen und nie die Blutcapillaren als vollständige Umscheidung begleiten sollen; auch folgen die Räume nicht ausschliesslich dem Verlauf der Capillaren, sondern kreuzen sich sehr häufig mit ihnen. In den Maschenräumen zwischen den Capillargefässnetzen bilden die Lymphgefässanfänge meist grössere Ansammlungen.

Wywodzoff betont ferner, dass da, wo die Lymphräume der Luftbläschen zu einem gemeinschaftlichen Abzugskanal in der Nachbarschaft eines Blutgefässes zusammentreten, sehr zahlreiche Lymphkörperchen eingebettet liegen, wie das in den Lymphwegen ohne eigene Wand der Fall zu sein pflege. Endlich erwähnt er noch das Vordringen der Injectionsmasse innerhalb der Alveolenwand längs des Verlaufes der elastischen Fasern. Klein[198]) beschreibt ein System von unregelmässigen Lakunen, welche durch feinere Kanäle unter einander communiciren; er vergleicht dieses schon mit Rücksicht auf die Lagerung der platten Bindegewebszellen innerhalb desselben mit dem Saftkanalsystem anderer Theile. Wywodzoff und Klein stimmen also darin überein, dass die Lymphe innerhalb der Alveolenwand in einem System von feinsten Kanälen mit lakunären Erweiterungen, aber ohne selbständige Wandungen enthalten sei. Wenn Grancher[187]) diesen beiden Autoren gegenüber betont, dass in den Alveolarwänden keine Lymphgefässe vorkommen, und versichert, dass die bis zu den Alveolargängen vordringenden perivasculären Lymphgefässe daselbst aufhören, so beruht dies auf einem Missverständniss. Grancher bezeichnet nämlich als Lymphgefässe nur mit eigener Wand ausgestattete Kanäle; das Vorkommen solcher an der Alveolarwand ist auch von Wywodzoff und Klein nicht behauptet worden; dieselben sprechen vielmehr von wandungslosen Bahnen, und aus den Beschreibungen von Klein geht ja ganz klar hervor, dass er der Alveolarwand ein Saftkanalsystem mit lakunären Erweiterungen und wandständigen Zellen zuschreibt.

Diese Resultate der anatomischen Untersuchung werden nicht nur vollkommen bestätigt, sondern auch ergänzt durch die Ergebnisse von Versuchen, bei welchen Infusionen gelöster und körniger Farbstoffe in den Bronchialbaum zum Zwecke des Nachweises von Saftbahnen ausgeführt wurden. Die ersten Versuche mit Farbstofflösungen hat wohl Sikorsky[241]) ausgeführt. Derselbe hat gefunden, dass sich bei der Infusion gelösten Karmins in den Lungenalveolenwänden ein Netz füllt, welches aus sich durchkreuzenden Kanälchen und Knotenräumen besteht. Die letzteren haben eine dreieckige, rhombische oder sternartige Form und stehen mittelst feiner Kanälchen mit dem Lumen der Lungenalveolen in Verbindung. Die Knotenräume liegen immer in den Inseln zwischen den Schlingen der Blutcapillaren. Die verbindenden Kanälchen gehen bald über, bald unter den Blutgefässen weg. Zu ganz ähnlichen Resultaten sind Wittich[263]) und Kuettner[202]) bei der Infusion von

indigschwefelsaurem Natron gekommen. Der letztere beschreibt in der Alveolarwand blaue, stern- und spindelförmige Zeichnungen, welche durch feine Fortsätze sowohl unter einander als mit gleichgefärbten interfibrillären Räumen zusammenhängen; an der Stelle der stern- und spindelförmigen Anschwellungen fand er wandständige Zellen mit ungefärbten Kernen. Die ausführlichen Mittheilungen WITTICH's stimmen damit im Wesentlichen überein. Auch die Versuche SCHESTOPAL's[235]) an Froschlungen, in welche er Lösungen indigschwefelsauren Natrons infundirte, verdienen eine Erwähnung; denn die Einrichtungen der inneren Oberfläche der Luftsäcke sind doch mit denjenigen der Alveolenwand der menschlichen Lunge mindestens vergleichbar. Derselbe fand an der inneren Oberfläche eine zierliche Zeichnung, entsprechend dunklen körnigen Abscheidungen zwischen den ungefärbten Epithelien. Da, wo mehrere Zellen zusammenstiessen, waren dunkle blaue, runde Punkte, an manchen Stellen vollständige Kittleistenzeichnungen vorhanden. Unter dem Epithel lagen spindelförmige und verästigte Figuren, welche durch feine Ausläufer in Verbindung standen. Bilder, wie sie bei der Abscheidung des Indigkarmins innerhalb der Saftbahnen zu Stande kommen.

Die Versuche, welche mit der Eingiessung in Flüssigkeiten suspendirter Farbstoffe von SLAVJANSKY[115]), RUPPERT[107]), BUHL und SCHWENNINGER[164 und 175]), sowie SCHOTTELIUS[110] ausgeführt wurden, haben zwar alle zu dem Ergebniss geführt, dass diese in das Lungengewebe eindringen, aber über die Bahnen dieses Transportes, insbesondere durch die Alveolenwand hindurch, haben sie keine Aufschlüsse gebracht. Dagegen hat SCHESTOPAL[235]) bei der Infusion von Tuschemischungen und Zinnoberaufschlemmungen in die Lungensäcke von Fröschen die Ablagerung dieser körnigen Farbstoffe an der Stelle der Kittleisten, Füllungen des Saftkanalsystemes der Alveolenwände und grösserer Lymphgefässe, sowie den Zusammenhang dieser Bahnen beobachtet. Bei den Verstäubungen von Russ und Zinnober, wie sie von KNAUFF[54]), RUPPERT[107]) und SCHOTTELIUS[110]) ausgeführt wurden, sowie bei denjenigen von Holzkohle, Steinkohle und Kiesel, wie sie ROSENTHAL[104]), LEVIN[64]), VILLARET[126]), CROCQ[19]) und INS[50]) vornahmen, haben sich Anhaltspunkte über die Stellen, an welchen der Staub durch die Alveolenwand in die Saft- und Lymphbahnen eintritt, nicht ergeben, während allerdings bei der Mehrzahl der genannten Versuche Staub in den letzteren nachgewiesen werden konnte.

Ziehen wir in dieser Hinsicht die Ergebnisse unserer eigenen Versuche zu Rathe, so sind die mit Ultramarin, Smirgel und Sandsteinstaub angestellten gleichfalls nicht verwerthbar; um so bemerkenswerther sind deshalb meines Erachtens die Befunde bei den Russinhalationen, und zwar namentlich bei denjenigen von längerer Dauer und mit intensiverer Verstäubung. An den Alveolen fanden sich in solchen Fällen Ablagerungen von Russkörnchen nicht nur auf und in den Epithelien, sondern auch zwischen denselben, ja einigemal war diese eine so ausgiebige, dass den sogenannten Kittleisten entsprechend schwarze netzförmige Zeichnungen nachgewiesen werden konnten. Man wird ja aus diesem Befund zunächst nur schliessen dürfen, dass der Staub an diesen Stellen mit einer gewissen Vorliebe haftet. Berücksichtigt man aber, dass zuweilen gleichzeitig eine vollständige Füllung der Saftbahnen der Alveolenwand vorhanden war und dass die in ihnen enthaltenen Staubmassen mit den zwischen den Alveolarepithelien gelegenen ununterbrochen zusammenzuhängen schienen, so wird man zum Mindesten die Möglichkeit zugeben müssen, dass die inhalirten Staubkörper zwischen den Epithelien in das Saftkanalsystem der Alveolenwände übertreten. Die auf anatomischem und experimentellen Wege in dieser Hinsicht gewonnenen Resultate, welche oben dargestellt wurden, können nur geeignet sein, eine solche Annahme zu stützen, wenn ich auch gerne einräumen will, dass die Ergebnisse der Versuche, bei denen in Flüssigkeiten suspendirte Körper in die Lungen eingeführt wurden, nur bedingt unseren Versuchsresultaten vergleichbar sind; zweifelsohne ist die Einwirkung auf das Lungengewebe bei den ersteren eine andere als bei den letzteren; aber die Bahnen mögen in beiden Fällen doch dieselben sein. Ich glaube, man wird um so weniger Bedenken tragen, einen solchen Uebertritt der staubförmig inhalirten Körper zwischen den Alveolarepithelien anzunehmen, wenn man mit der Thatsache rechnet, dass auch an anderen mit Epithel und Endothel ausgekleideten Häuten solche Einrichtungen und Beziehungen zum Saftkanalsystem bestehen. Ich darf in dieser Hinsicht auf die zahlreichen diesen Gegenstand betreffenden Untersuchungen von Anderen und mir selbst hinweisen.*) Ob auch noch ein Uebertritt an anderen Stellen stattfindet und ob insbesondere spitzige Körper durch Einbohren ins Gewebe eindringen können, soll weiter unten erörtert werden.

*) Anmerkung. Man vergleiche die Literaturangaben in den Arbeiten von Thoma[249–251] und mir[143–149] des Literaturverzeichnisses.

Ueber das Eintreten der infundirten und inhalirten Substanzen in das Saftkanalsystem und von da in die grösseren Lymphgefässe kann in Anbetracht der oben in dieser Richtung mitgetheilten Thatsachen meines Erachtens ein Zweifel kaum aufgeworfen werden. Denn nicht nur bei der Infusion gelöster Farbstoffe, sondern auch bei der Einführung in Flüssigkeiten suspendirter Körper sind diese in den Saftbahnen wieder gefunden worden; desgleichen haben manche Experimentatoren die in Form trockenen Staubes inhalirten Körper in den Saftbahnen der Alveolenwand nachweisen können. — KNAUFF[54]) berichtet, dass dicht unter der Oberfläche der Alveolen schwarze Körnchen frei und an Zellen gebunden in dem Parenchym eingelagert sind; ein schmaler aber deutlich sichtbarer Streifen farblosen Lungengewebes trenne das Lumen der Alveole von der kohlenführenden Schichte. Die schwarzen Partikelchen liegen entweder zerstreut und scheinbar ohne bestimmte Anordnung, oder aber sie bilden mehr oder weniger zusammenhängende Züge. Meist seien sie aber zu rundlichen oder ovalen Häufchen zusammengeballt und diese Häufchen bilden miteinander eine Linie, die sich in ihrem Verlauf demjenigen der Fasern des Parenchyms — also entweder der Richtung der Alveolenzwischenwände oder den Gefässdurchschnitten — anschliesse. KNAUFF fasst das Ergebniss seiner Untersuchung dahin zusammen, dass die Kohle von der Oberfläche der Lungenalveolen aus in das Lungenparenchym eindringe; er ist geneigt, eine freie Communication anzunehmen. INS[50]) hebt hervor, dass der Staub fast ganz oder ausschliesslich an den Septa oder Septawinkeln getroffen werde, nicht in der Alveolenwand. Diese Angabe wird von RUPPERT[107]) bestritten und auf die Quellen der Täuschung aufmerksam gemacht. RUPPERT ist der Meinung, dass in die Alveolenwand nur da Staub aufgenommen wird, wo diese dem umgebenden Bindegewebe anliegt. Er stellt sich vor, dass der Weg in einer zwischen den Epithelzellen hindurchgehenden Verbindung des Saftkanalsystemes mit dem Alveolarlumen zu suchen sei; über die Art dieser Verbindung konnte sich RUPPERT keine bestimmte Meinung bilden; er beschränkt sich darauf, den Befund einzelner mit Russ gefüllter Ausläufer des Saftkanalsystemes, welche bis unmittelbar ans Epithel heranreichen, zu betonen.

Bei den oben beschriebenen Versuchen habe ich nach der Verstäubung von Smirgel, Ultramarin und Sandstein nur spärliche Staubpartikelchen in der Alveolenwand nachweisen können. Dieselben

lagen theils in den interfibrillären Räumen, theils in den feineren Ausläufern des Saftkanalsystemes oder deren Erweiterungen, an der letzteren Stelle neben den fixen Bindegewebszellen. Diese Staubmassen erschienen meistens als feine vereinzelte Körnchen, seltener als Körnerhaufen, zuweilen waren sie offenbar in Wanderzellen eingeschlossen. Ausgedehntere Füllungen des Saftkanalsystemes mit solchen Staubarten habe ich nicht beobachtet; es mag dieses Verhalten darin seinen Grund haben, dass die einzelnen Bestandtheile dieser Staubarten, so beim Smirgel die Korundpartikelchen, beim Sandstein die feinen Quarzkörner, im Gewebe schwieriger wahrzunehmen sind; vielleicht ist auch zu berücksichtigen, dass die Staubatmosphäre bei diesen Versuchen im Allgemeinen eine weniger dichte gewesen ist; möglicher Weise sind überhaupt die Bedingungen für ihr Eindringen weniger günstig.

In den Russlungen trifft man bei kürzerer Versuchsdauer und geringerem Staubgehalt der Einathmungsluft gleichfalls nur stellenweise eine Ablagerung von Russkörnchen sowohl in den interfibrillären Räumen, als auch in den Ausläufern und Lakunen des Saftkanalsystems; bei längerer Versuchsdauer und intensiver Russentwicklung kommt es dagegen zu einer massenhaften Ablagerung in diesem. In den feineren Ausläufern scheint der Russ ganz frei zu liegen; die einzelnen Körnchen sind in kleinen Abständen aneinandergereiht oder so dicht gestellt, dass zusammenhängende dunkle Striche entstehen. An der Stelle der Knotenpunkte oder Saftlakunen kann man neben dem Staub manchmal noch die fixen Bindegewebszellen sehen. Ob die Russkörner diesen nur anliegen oder in ihrer Substanz eingebettet sind, lässt sich gewöhnlich nicht entscheiden. Die in der Alveolenwand abgelagerten Russmassen sind nur ausnahmsweise an Staubzellen gebunden. — Was die Anordnung des Staubes in den interalveolären Leisten und insbesondere in den Septawinkeln anbelangt, so werden in der That, wie dies RUPPERT [107]) zuerst hervorgehoben hat, sehr häufig Täuschungen durch an der Oberfläche gelegene und an diesen Stellen haften gebliebene Staubmassen bedingt; immerhin ist es denkbar, dass diese in den Septawinkeln für einige oder längere Zeit zurückgehalten werden.

Auf Grund der mitgetheilten Thatsachen darf man sich über den Eintritt der staubförmigen Körper durch die Alveolenwand wohl die Vorstellung machen, dass derselbe zwischen den Alveolarepithelien erfolgt, dass von da aus die Staubmassen innerhalb der Saftbahnen gegen die mit eigenen Wan-

dungen versehenen Lymphgefässe vorrücken und in diese endlich eindringen.

Ob diesen Vorgängen eigene Vorrichtungen dienen, ist mir zweifelhaft. SIKORSKY[241]) glaubt, dass die Lakunen des interalveolären Lymphkanalsystems direct mit den Alveolarlumina mittelst feiner Kanälchen, ähnlich denen in der Alveolarwand, communiciren. BUHL[164 u. 165]), welcher die Alveole als einen mit Epithel ausgekleideten Lymphraum betrachtet, stellt sich vor, dass offene Communicationen bestehen zwischen diesem und den Lymphgefässen. KLEIN[198]) dagegen nimmt eine ähnliche Einrichtung, wie die am Bronchialepithel oben erwähnte, — Pseudostomata — an; er stellt sich vor, dass gewisse zwischen den Epithelien gelegene Zellformen, welche nach oben enden, nach unten mit dem Saftkanalsystem der Alveolenwand zusammenhängen. Mit Rücksicht auf die Befunde an anderen mit Endothel und Epithel ausgekleideten Membranen scheinen mir derartige besondere Einrichtungen nicht erforderlich, weil auch ohne sie ein Uebertritt corpusculärer Gebilde an der Stelle der Intercellularräume in die Saftbahn der darunter befindlichen Bindegewebslager möglich ist. Ein Zusammenhang der Epithelien mit den Ausläufern der Bindegewebskörper, wie man sie heutigen Tages noch vielfach annimmt, hat nach meiner Erfahrung gleichfalls nicht statt; vielmehr bin ich auf Grund meiner diesen Gegenstand betreffenden Untersuchungen*) zu der Vorstellung gelangt, dass die Mündungen der Saftkanäle an der Oberfläche der betreffenden bindegewebigen Membranen den Intercellularräumen der Epithelien und Endothelien entsprechen und auf diese Weise ein continuirlicher Zusammenhang und Uebergang beider hergestellt wird. Ob die Ausläufer und Protoplasmafortsätze der in den Saftkanälen gelegenen Bindegewebskörper mehr oder weniger weit in die zwischen den Epithelien gelegenen Intercellularräume hineinreichen, steht mit dieser Frage nicht unmittelbar im Zusammenhang. Meine Anschauung über die in Rede stehenden Vorgänge ist demnach die, dass, wie an anderen mit Epithel und Endothel ausgekleideten Membranen, so auch an der Alveolarwand die corpusculären Gebilde in die zwischen den Epithelien gelegenen Intercellularräume treten und von da aus in das Saftkanalsystem der Alveolarwand, später in die Lymphgefässe gelangen. Der durch die Alveolarwand eingedrungene Staub müsste somit den Weg durch die Saftbahnen zurücklegen,

*) J. ARNOLD 147, 148 und 149.

um in grössere, mit eigenen Wandungen versehene Lymphgefässe vorrücken zu können. Ein unmittelbarer Uebertritt des Staubes aus dem Alveolarlumen in ein Lymphgefäss der letzterwähnten Art durch grössere Stomata, ähnlich denen am Zwerchfell, ist schon deshalb nicht wahrscheinlich, weil, wie oben ausgeführt wurde, die anatomischen Untersuchungen zu dem übereinstimmenden Resultat geführt haben, dass die Alveolenwand mit eigener Wand ausgestattete Lymphgefässe nicht besitzt, solche vielmehr erst an den Alveolargängen getroffen werden. Es kann sich deshalb nur um die Frage handeln, ob vielleicht an diesen Stellen eine derartige Einrichtung besteht. Es sind mir weder aus den Untersuchungen Anderer, noch aus den eigenen Befunde bekannt, welche eine derartige Deutung zuliessen; nur eine Thatsache will ich erwähnen, welche man vielleicht in diesem Sinne zu verwerthen geneigt sein könnte. Bei sehr starker Russinhalation findet man manchmal eine sehr massenhafte Ansammlung feinkörnigen Staubes in den grossen Lymphgefässstämmen, während die Saftbahnen der Alveolenwand denselben nur in sehr mässiger Menge enthalten. Diese eigenthümliche Anordnung des Russes liesse sich ja in der Richtung deuten, dass ausser durch die Saftbahnen der Alveolarwände die Lymphgefässe unter gewissen Verhältnissen direct durch solche hypothetische Oeffnungen in den Wandungen der Alveolargänge Staub zugeführt bekommen. Nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse ist eine solche Annahme nicht als unmöglich zu bezeichnen; die eben angeführte Thatsache aber darf als ein Beweis für deren Richtigkeit deswegen nicht angesehen werden, weil sie auch durch die Vorstellung eine Erklärung findet, dass in solchen Fällen die durch die Alveolenwände zwischen den Epithelien in die Saftbahnen dieser übergetretenen Staubmassen rasch in die grossen Lymphgefässe abgeführt und aus diesem Grunde die ersteren in leerem Zustande getroffen werden.

4. Der Transport des Staubes durch die Alveolenwand, sowie innerhalb des Saftkanal- und Lymphgefässsystems.

An die oben geschilderten Verhältnisse dürften sich am sachgemässesten einige die Vorgänge des Transportes betreffende Bemerkungen anschliessen. Der Autorität TRAUBE's[122 u. 123]) folgend, hat man sich früher wohl allgemein vorgestellt, dass die corpusculären Gebilde sich in das Gewebe einbohren. RINDFLEISCH[99])

spricht sich über diesen Vorgang dahin aus, dass die grosse Härte und Spitzigkeit, welche die feste Kohle in den kleinsten Theilen wohl ebenso auszeichnen als in den grösseren Stücken, diese Staubtheile ganz besonders geeignet machen, die weichen Gewebe des Körpers zu durchdringen, wenn ihnen von irgend einer Seite her ein Anstoss ertheilt werde. Auf ihren Wegen in den Lymphbahnen werden sie dann von Zellen aufgenommen. — Dass ein solches Einbohren von spitzigen und kantigen Staubtheilen in das Lungengewebe vorkommt, ist gewiss als möglich, ja vielleicht als wahrscheinlich zuzugeben. Auf der anderen Seite ist nicht in Abrede zu stellen, dass dieser Vorgang eben nur bei Körpern von solcher Oberflächenbeschaffenheit denkbar ist. Berücksichtigt man aber, dass gerade runde und sehr feine Staubkörnchen besonders massenhaft durch die Alveolarwände in das Lungengewebe eindringen, so wird schon in Anbetracht dessen der eben erwähnte Modus nicht als der allein vorkommende, gewiss nicht als der häufigere und regelmässige bezeichnet werden dürfen. — Andere Beobachter sind bei ihren Untersuchungen zu der Anschauung gelangt, dass der Staub mittelst offener Communicationen oder präformirter Wege durch die Alveolarwand in das Gewebe gelange. Knauff [54]) stellt sich unter der Voraussetzung freier Communicationen vor, dass sowohl die freie Kohle als die kohleführenden Epithelzellen in die Lymphgefässe übertreten; Buhl [105]) stimmt damit im Wesentlichen überein. Für Ruppert [107]) hat die Annahme, dass der Uebergang der Staubmassen und zwar hauptsächlich in der Form freier Körner durch eine zwischen den Epithelien hindurchgehende präformirte Verbindung erfolge, die meiste Wahrscheinlichkeit. Auch Cohnheim [17]) und Merkel [77]) schliessen die unmittelbare Aufnahme freier Staubkörner in das Gewebe nicht aus. — Die meisten neueren Beobachter scheinen aber nicht geneigt mit einer solchen Möglichkeit zu rechnen vielmehr schreiben sie den ausgewanderten weissen Blutkörpern die Hauptrolle bei diesem Transport durch die Alveolenwand zu. Meines Wissens hat zuerst Slavjansky [115]) eine derartige Vermuthung ausgesprochen. Um diese zu stützen, injicirte er denselben Versuchsthieren zweierlei Farbstoffe gleichzeitig in die Lungen und in das Blut; beide fanden sich dann in den Staubzellen wieder. Auch Ins [50]) ist der Ansicht, dass der Transport ausschliesslich durch Wanderzellen vermittelt werde. Schottelius [110]) glaubt, dass staubführende Wanderzellen hauptsächlich an denjenigen Stellen eintreten, an welchen zuvor die Epithelien abgestossen wurden.

Die hier zu erörternden Fragen sind somit folgende: Kommt ein Uebertritt freien, d. h. nicht an Zellen gebundenen Staubes von den Lungenalveolen aus in das Lungengewebe, beziehungsweise in die Lymphgefässe vor, auf welche Weise und in welchen Bahnen vollzieht sich derselbe? Gelangen Staubzellen in das Lungengewebe und die Lungenlymphgefässe, ist ihr Transport ein activer oder ein passiver Vorgang und auf welchen Wegen geschieht er?

Nach meinen Erfahrungen kann ich die zuerst gestellte Frage nur bejahen. Ich halte es für zweifellos, dass ein Uebertritt freier, nicht an Zellen gebundener Staubmassen stattfindet. Es ist in dieser Hinsicht hervorzuheben, dass, wie schon RUPPERT [107]) mit Recht betont und wie aus den oben geschilderten Versuchsresultaten hervorgeht, der Staub namentlich bei Russinhalation hauptsächlich in Form feiner, nicht an Zellen gebundener Körnchen innerhalb der Ausläufer und lakunären Eweiterungen der Saftbahnen getroffen wird. Gegen die Beweiskraft dieses Befundes kann allerdings mit Recht eingewendet werden, dass der Transport nach diesen Stellen durch Wanderzellen geschehen sein kann, welche entweder zu Grunde gegangen oder nach Hinterlassung des Staubes weiter gewandert sind. Für die Entscheidung dieser Frage scheint mir aber der Nachweis grösserer, nicht an Zellen gebundener Staubmassen innerhalb der peribronchialen und perivasculären Lymphgefässe, sowie im Innern der grossen, am Lungenhilus gelegenen und zu den Bronchialdrüsen verlaufenden Lymphgefässstämme sehr bedeutungsvoll. Schon KNAUFF [54]) hat mitunter an der Lungenwurzel Lymphgefässe beobachtet, welche theils mit freien, theils mit in Zellen eingeschlossenen Kohlepartikelchen gefüllt waren. Es sind diese Angaben allerdings von Anderen nicht nur nicht bestätigt, sondern in Zweifel gezogen worden, wie ich gleich hinzufügen will, vollständig mit Unrecht. Setzt man Thiere einer kurzen, aber sehr intensiven Verstäubung aus, so sieht man, wie dies KNAUFF beschreibt, am Lungenhilus schon mit unbewaffnetem Auge mit Staub gefüllte Lymphgefässe. Zuverlässiger kann man auf den Befund Staub führender Lymphgefässe rechnen, wenn man nach der oben beschriebenen Methode die Lungen sammt Trachea, Bronchialdrüsen und Herz vorsichtig herausnimmt und in Alkohol einige Tage härtet, dann die Lungen dicht am Hilus, das Herz an der Basis, die Trachea über der Theilungsstelle abschneidet und die ganze Gewebs-

masse mit Celloidin durchtränkt. An solchen Präparaten findet man sehr häufig Staub in den zu den Bronchialdrüsen verlaufenden Lymphgefässen, zuweilen gemischt mit Blut; derselbe ist unter solchen Verhältnissen zum grösseren Theil frei, zum kleineren in Zellen eingeschlossen. Der Befund von freiem Staub in den grossen Lymphgefässen unter den erwähnten Verhältnissen beweist meines Erachtens unwiderleglich die Möglichkeit des Uebertrittes des Staubes in dieser Form; sehr bemerkenswerth ist ferner die Beimengung von Blut, weil sie ihrerseits darthut, dass auch die rothen Blutkörper, ohne an Zellen gebunden zu sein, unter solchen Bedingungen von der Alveolenwand aus in die Lymphgefässe gelangen können. Bekanntlich ist NOTHNAGEL[211]) bei seinen Versuchen zu einem ähnlichen Resultat gekommen; auch er nimmt an, dass die in den Bronchialbaum und in die Alveolen gelangten Blutmassen von da aus in die Lymphgefässe der Lunge übertreten. Des Verhaltens des Blutes in den grossen Lymphgefässstämmen am Lungenhilus und in den Bronchialdrüsen geschieht keine Erwähnung; dagegen geht aus den Versuchen NOTHNAGEL's hervor, dass der Uebergang des Blutes in die Lymphgefässe in sehr kurzer Zeit sich vollzieht. Auf welchen Bahnen der Staub aus den Alveolen in das Lungengewebe, beziehungsweise die Lymphgefässe gelangt, ist oben bereits erörtert worden; es erübrigt deshalb nur noch hervorzuheben, dass freie Staubkörnchen nicht nur von der Wand der Alveolargänge aus direct in die Lymphgefässe — die Existenz derartiger Verbindungen an diesen Stellen vorausgesetzt — gelangen können, sondern dass auch ein Eintritt auf dem weiteren Wege zwischen den Alveolarepithelien und ein Vorrücken innerhalb der Saftbahnen möglich ist. Das von Anderen und mir*) beobachtete Verhalten corpusculärer Gebilde zu den Endothelien und Epithelien, sowie die auf diesem Wege zu erreichende Füllung der Saftbahnen verdienen wohl in dieser Hinsicht volle Beachtung. Jedenfalls wäre es ungerechtfertigt aus dem Befund freier Staubkörner in den Lymphgefässen auf das Vorhan-

*) J. ARNOLD 144—149. Anmerkung. Die neuerdings mehrfach ausgesprochene Ansicht, ein Durchtritt corpusculärer Elemente durch die Gefässwand sei nur durch Vermittlung der weissen Blutkörper möglich, widerspricht nicht nur den oben angezogenen Erfahrungen, sondern auch dem Resultat der Beobachtung des lebenden Objectes, an welchem man bei Infusion von körnigen Farbstoffen in das Blut diese nach ihrem Austritt durch die Gefässwand nicht nur an Zellen gebunden, sondern auch frei im Adventitialraum wieder findet.

densein einer offenen Communication zwischen diesen und dem Alveolarlumen zu schliessen.

Am häufigsten führt der inhalirte Russ zu einer Füllung der Saftbahnen der Alveolarwand und der Lymphgefässe mit freiem Staub; bei Verstäubung von Smirgel und Sandstein sind die in den Saftbahnen der Alveolarwand gelegenen Körnchen sehr spärlich, dagegen findet man ziemlich viel freien Staub neben zahlreichen Staubzellen in den Lymphbahnen. Ob diese Verschiedenheit mit der Schwierigkeit des Nachweises, namentlich der letztgenannten Staubart, zusammenhängt oder ob sie auf ein differentes Verhalten den Alveolarepithelien und Wanderzellen gegenüber bezogen werden muss, wird schwer zu entscheiden sein. Die abweichenden Angaben der Experimentatoren erklären sich aber vielleicht aus diesem differenten Verhalten; denn die meisten derselben haben nur mit der einen oder anderen Staubart Versuche angestellt.

Die Beantwortung der zweiten Frage ist in den oben gegebenen Erörterungen wenigstens insofern schon angedeutet, dass *über das Vorkommen von Staubzellen im Gewebe und in den Lymphgefässen* ein Zweifel nicht bestehen kann. Dieselben sind bei den einen Versuchen, wie oben bemerkt wurde, häufiger, als bei den anderen, in den Saftbahnen der Alveolenwand seltener, als in den lakunären Erweiterungen dieser und den grösseren Lymphräumen. Man könnte die Frage aufwerfen, ob nicht die an diesen Stellen vorkommenden Staubzellen durch Aufnahme des Staubes erst in loco entstanden sind. Dass solche Vorgänge vorkommen, ist nicht nur von vornherein zu erschliessen, sondern geht auch aus der Thatsache hervor, dass mit der Zeit die freien Staubmassen ab- und in demselben Verhältniss die Staubzellen zunehmen, während, wie erwähnt, früher das Verhältniss ein umgekehrtes ist. Andererseits wird Niemand die Möglichkeit eines Eintretens solcher Zellen von den Alveolen aus in Abrede zu stellen geneigt sein, nicht allein mit Rücksicht auf das Vorkommen solcher Vorgänge an anderen Orten, sondern insbesondere in Anbetracht des oben berichteten Befundes von Blut. — Es führt uns diese Erwägung unmittelbar zu der Erörterung der Frage, ob dieses Eintreten der Staubzellen ein *actives* oder *passives* ist. Ich habe oben erörtert, dass nach der Abkunft der Staubzellen wahrscheinlich zwei Arten solcher zu unterscheiden sind: *lymphoide*, welche durch Aufnahme von Staub in ausgewanderte weisse Blutkörper entstanden sind, und *epitheliale*, bei denen es sich um desquamirte Epithelien handelt, welche vor oder nach

der Desquamation Staub in sich aufgenommen haben. Bezüglich der ersteren bedarf es ja kaum einer Beweisführung, dass ihr Eintreten in die Lymphbahnen auf eine Activität zurückgeführt werden kann, aber auch bezüglich der epithelialen ist eine solche Möglichkeit nicht ausgeschlossen unter der Voraussetzung, dass die Beobachtungen FRIEDLAENDER's [185]), welcher Contractilitätserscheinungen an ihnen wahrgenommen haben will, und die die Contractilität epithelialer Zellen überhaupt betreffenden Angaben richtig sind. Dass andererseits sowohl die lymphoiden als auch die epithelialen Zellen passiv in die Lymphbahnen ebenso gut wie die rothen Blutkörper hinein befördert werden können, ist selbstverständlich, ebenso, dass die passiven Bewegungen der corpusculären Elemente, wie sie zweifellos vorkommen, von der Lymphbewegung und den diese bestimmenden Einflüssen, namentlich der respiratorischen Thoraxbewegung, abhängig sind.

5. Ablagerungsstellen des Staubes in dem Saftkanal- und Lymphgefässsystem des Lungenbindegewebes.

Die meisten Beobachter, welche Inhalationsversuche mit trockenem Staub angestellt haben, und nur solche kommen zunächst hier in Betracht, stimmen nicht nur darin überein, dass der Staub in das Lungengewebe eindringt, sondern auch bezüglich des Vorkommens von Prädilectionsstellen für die Staubablagerung. Sehr eingehend äussert sich in dieser Hinsicht INS [50]), indem er darauf hinweist, dass der Staub sich zunächst überall da, wo das bindegewebige Stroma der Alveolen einigermassen stark entwickelt ist, d. h. zwischen den Lobuli, längs der Bronchien und Gefässe, ferner zwischen den Systemen der Infundibula sammt zugehörigen Alveolen, am geringsten an der Mündung der Infundibula in die Alveolargänge, ansammle. Dies seien die Stellen, an denen der Staub sich anhäufe, allerdings der Zeit nach in einer der genannten entgegengesetzten Reihenfolge. Von diesen zuerst infiltrirten Stellen soll der Staub auch in die eigentlichen Alveolarsepta vordringen und diese so hochgradig erfüllen, dass sie zu breiten Bändern anschwellen, welche die Alveolarlumina verengern, beziehungsweise verschliessen, namentlich in der Nähe der Bronchien und Gefässe. Endlich hebt INS noch hervor, dass auch im Gewebe der meiste Staub an Zellen gebunden sei, was RUPPERT [107]) unter Hinweis auf die Füllungen der feinen Ausläufer der Saftbahnen bestreitet. SCHOTTELIUS [110])

macht auf die rechtwinklige Stellung der kleinsten Bronchien, welche direct in die Infundibula auslaufen, aufmerksam; an diesen Stellen habe der Luftstrom und der mit ihm parallel verlaufende Blut- und Lymphstrom eine rechtwinklige Biegung zu überwinden. „Es werden mithin Partikelchen, welche centripetal von den Alveolen her im Lymphstrom fortgerissen werden, an diesen Knickungsstellen durchschnittlich die grösste Reibung erfahren, und wenn überall ein gewisser Procentsatz hängen bleibt, so muss hier ein entsprechendes Plus hinzukommen, in Folge dessen man auf dem Durchschnitt einer solchen Lunge im Allgemeinen gleichmässig disseminirt besonders hervortretende Ansammlungen der entsprechenden inhalirten Staubart vorfindet." Im Uebrigen treffe man von dem Alveolarseptum bis zum Hauptbronchus hin eine verhältnissmässig gleichmässige Vertheilung der in die Lunge inhalirten Staubarten.

Die Erörterungen über den Uebertritt des Staubes zwischen den Alveolarepithelien in das Saftkanalsystem der Alveolarwand waren die Veranlassung zu einer Beschreibung der Staubablagerung in dieser. Es wurde ausgeführt, dass sowohl bei der Russinhalation als bei der Einathmung der anderen Staubarten nur vereinzelte Staubkörnchen in der Alveolarwand getroffen werden, die theils in den Interfibrillärräumen, theils in den feinen Ausläufern oder den lakunären Erweiterungen des Saftkanalsystemes gelegen sind. An den beiden erstgenannten Stellen sind die Staubkörnchen gewöhnlich frei, an der letzterwähnten liegen sie entweder neben, vielleicht auch in den fixen Bindegewebszellen; ausserdem aber können sie in rundliche Zellen, vermuthlich Wanderzellen eingeschlossen sein und stimmen dann in ihrem Aussehen mit den in den Alveolen vorkommenden lymphoiden Staubzellen überein. Bei der Russinhalation habe ich allerdings ausgedehntere Füllungen des Saftkanalsystemes beobachtet, aber nur bei sehr intensiver Rauchentwicklung und langer Versuchsdauer. Bezüglich der Saftbahneninjectionen der Alveolarwände und des interalveolären Bindegewebes muss noch hervorgehoben werden, dass ihr Nachweis nicht immer leicht zu führen ist. Begreiflicher Weise wird man durch auf den Alveolarwänden gelegene Staubmassen sehr leicht getäuscht. An sehr feinen Schnitten von Lungen, bei denen in Folge längerer Versuchsdauer Verdickungen der interalveolären Scheidewände zu Stande gekommen sind, kann man von der Füllung der Saftbahnen sich überzeugen. Auch in der Lagerung der gefüllten Saftbahnen zu den Gefässen, namentlich wenn diese im

Zustande natürlicher Füllung sich befinden, ist ein wichtiges Orientirungsmittel gegeben. Eine Bevorzugung der Septawinkel konnte weder bei der Russeinathmung noch bei den anderen Staubinhalationen nachgewiesen werden; die Ablagerung von Staub in den interalveolären Scheidewänden war gewöhnlich eine sehr unregelmässige, bald da, bald dort mehr hervortretende. Dagegen findet meistens eine beträchtlichere Staubanhäufung im inter- und periinfundibulären Bindegewebe statt, manchmal nur an der einen Seite, manchmal an mehreren, zuweilen — namentlich bei intensiver und langer Verstäubung — circulär. Der Staub scheint auch hier theils frei, theils an Zellen gebunden in den Saftbahnen zu liegen; bei starker Deposition ist es allerdings nicht mehr möglich, über seine Lagerung und seine Beziehung zu den Zellen Aufschluss zu erhalten. Diese periinfundibuläre Staubanhäufung erklärt sich meines Erachtens aus der Anordnung der Lymphbahnen. Wie oben ausgeführt wurde, münden die Saftbahnen der Alveolarwand gerade an diesen Stellen in mit eigener Wand ausgestattete Lymphgefässe. Es ist eine alte Erfahrung, dass gerade an solchen Stellen die in der Lymphe suspendirten Körper abgesetzt werden; Wywodzoff[264]) hat schon beobachtet, dass daselbst Anhäufungen von weissen Blutkörpern vorkommen; möglich wäre allerdings, dass in dieser Hinsicht auch, wie Schottelius[110]) angibt, die der Stellung der Bronchiolen entsprechende Verlaufsrichtung der Lymphgefässe eine Rolle spielt.

Ausser im periinfundibulären Bindegewebe wird der Staub noch in besonders häufiger und massenhafter Weise im peribronchialen und perivasculären Bindegewebe abgelagert, und zwar im Allgemeinen in einer der Dauer und Intensität der Inhalation entsprechenden Menge (Taf. II, Fig. 6, 8 u. 9). — Im peribronchialen Bindegewebe ist die Anordnung des Staubes eine mehr fleckweise, an dieser oder jener Stelle besonders hervortretende, nur in späterer Zeit kommen mehr gleichmässige Ablagerungen in der Längs- und Querrichtung zu Stande. Der Staub pflegt besonders massenhaft an der gegen das Lungengewebe zu gelegenen, also äusseren Seite des peribronchialen Raumes in dem diesen umscheidenden Bindegewebe abgesetzt zu sein; eine Beziehung zu den Saftbahnen ist bei nicht zu dichter Lagerung desselben sehr häufig nachweisbar. Ausserdem kommt aber der Staub auch an der inneren Seite des peribronchialen Raumes in der Bronchialwand selbst vor, meistens allerdings spärlicher wie aussen und in einer gegen das Bronchiallumen

zu abnehmenden Weise; nur zuweilen wird die Muskelschicht überschritten und die Grenze der Submucosa und Mucosa erreicht. Eine Ausnahme machen, wie bereits oben erwähnt wurde, diejenigen Stellen, an denen Lymphknötchen gelegen sind, wie später noch auszuführen sein wird (vgl. Taf. III Fig. 11). Eine Lagerung des Staubes in den Saftbahnen ist gerade in der Bronchialwand wegen der geringeren Menge des vorhandenen Staubes oft besonders leicht zu demonstriren. Die grösseren peribronchialen Lymphräume sind gewöhnlich leer; bei sehr intensiver Stäubung habe ich einigemal schon nach sehr kurzer Zeit Staub und zwar zum grösseren Theil frei, zum kleineren Theil in Zellen eingeschlossen, in bald geringerer, bald grösserer Menge im Innern derselben angetroffen; auch nach sehr lange währenden Inhalationen findet man die Lymphräume stellenweise mit Staub erfüllt, in diesen Fällen aber meistens an Zellen gebunden.

An den Blutgefässen — perivasculäre Staubanhäufungen — liegt der Staub gleichfalls am massenhaftesten an der Aussenseite der adventitialen Lymphräume gegen das umgebende Lungengewebe zu und zwar in derselben Anordnung wie an den Bronchien, was die Lagerung in den Saftbahnen und das Verhältniss zu den Zellen anbelangt. Bemerkenswerth ist das Vorkommen von freiem Staub und Staubzellen an der inneren, der Gefässwand zugerichteten Seite; dieselben erreichen allerdings nach meinen Erfahrungen höchstens die Muscularis. Die Ausdehnung der Staubablagerung ist auch hier eine mehr fleckweise und einseitige, oder aber eine mehr gleichmässige und circuläre. Die Lymphräume zeigen dasselbe Verhalten wie die peribronchialen. Was die Massenhaftigkeit der perivasculären Staubanhäufung anbelangt, so steht dieselbe hinter der peribronchialen jedenfalls nicht zurück; nicht selten schien sie mir sogar beträchtlicher zu sein. Doch muss ich hervorheben, dass ein derartiger Vergleich, selbst wenn er auf die Gefässe und Bronchien derselben Staublunge beschränkt wird, nur unter der Voraussetzung zulässig ist, dass eine grosse Zahl von Schnitten untersucht wird, und selbst dann ist es nicht leicht, ein sicheres Urtheil zu gewinnen.

Das eben geschilderte Verhalten der Staubablagerung in der Alveolarwand, in dem periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Bindegewebe, sowie in den entsprechenden Lymphräumen kann nur in der Weise verstanden werden, dass dieselbe in der Richtung der Saft- und Lymphbahnen erfolgt. Die Berech-

tigung einer solchen Anschauung ergibt sich allerdings erst bei einem Vergleich der Anordnung der letzteren mit derjenigen der Staubablagerung.

Dank den gründlichen Untersuchungen WYWODZOFF's[264]), KLEIN's[198]), GRANCHER's[187]) wissen wir, dass die sogenannten tiefen Lymphgefässstämme mit den Bronchien und Blutgefässen verlaufen, indem sie in der Adventitia dieser gelegene Schläuche darstellen, welche mit eigener Wand versehen, aber meistens klappenlos sind. Doch finden sich auch in der Nachbarschaft grösserer Gefässe, wie es scheint, wandungslose Lymphräume. KLEIN unterscheidet peribronchiale und perivasculäre Lymphgefässe. Bezüglich der ersteren erwähnt er, dass die einzelnen Gefässe meistens parallel der Längsaxe des Bronchus verlaufen. Die meisten Lymphgefässe sollen sich in dem Theil der Bronchialwand verzweigen, welcher den Zweigen der Bronchialarterie zunächst gelegen ist und einen Theil von dem bildet, was man Bronchialadventitia nennt. Diese peribronchialen Lymphgefässe anastomosiren mit den perivasculären. Bezüglich dieser bemerkt KLEIN, dass in dem die Zweige der Pulmonalarterie umscheidenden Bindegewebe regelmässige Röhren und unregelmässige Räume (einfache Lymphräume) zu unterscheiden sind; an den grösseren Gefässen seien die ersteren, an kleineren die letzteren häufiger; beide bilden ein communicirendes System und seien in keiner Weise verschieden.

Vergleicht man diese Anordnung der Lymphgefässe der Lunge mit derjenigen der Staubablagerungen, so liegt die Beziehung beider so sehr auf der Hand, dass sie einer weiteren Ausführung kaum bedarf; dagegen ist hier eine Erörterung der Frage noch geboten, ob die Staubablagerung immer und ausnahmslos in der Richtung der Saft- und Lymphströmung erfolgt oder nicht; insbesondere wird zu untersuchen sein, ob die in der Umgebung der Lymphgefässe erfolgende Staubanhäufung durch Austritt von Staub aus diesen zu Stande kommt oder einer Ansammlung des in der Richtung des Saftstromes verschleppten Staubes an den Einmündungsstellen der Saftbahnen in die grösseren Lymphgefässe entspricht. Wie oben erwähnt wurde, trifft man die grösseren Lymphgefässe, wenn wir von den später erfolgenden Staubanhäufungen absehen, gewöhnlich leer, bei sehr intensiver Staubinhalation aber sind dieselben schon nach sehr kurzer Zeit gefüllt, während die umhüllenden Bindegewebsmassen noch staubfrei sind. KNAUFF[54]), welcher zuerst derartige Beobachtungen mitgetheilt hat, zieht aus denselben den Schluss,

dass der Staub später aus den Lymphgefässen in das umgebende Gewebe übertritt und es auf diese Weise zu einer Staubablagerung in deren Umgebung kommt. Ins[50]) hält es nicht für wahrscheinlich, dass die einmal in den Lymphgefässen befindlichen Staubzellen wieder auswandern und nicht den bequemeren Weg nach den Lymphdrüsen wieder fortsetzen. — Die Beantwortung dieser Frage wird wesentlich davon abhängen, welche Vorstellungen man über die Bahnen, auf welchen der Transport des Staubes geschieht, hat. Wollte man annehmen, dass aller Staub oder wenigstens der grössere Theil desselben direct in die Lymphgefässe gelange, so müsste man die in der Umgebung der Lymphgefässe vorhandene Staubanhäufung durch einen von diesen aus nach den umgebenden Saftbahnen erfolgenden Transport erklären. Es ist oben ausgeführt worden, dass eine solche, allerdings sehr fragliche Möglichkeit nur an der Stelle der Alveolargänge gegeben sei; ferner wurde darauf hingewiesen, dass der Befund von Staubmassen in den grossen Lymphgefässen nicht als Beweis der Existenz einer directen Communication angesehen werden dürfe, weil auch eine andere Erklärung zulässig sei. Berücksichtigt man ferner, dass der grösste Theil des Staubes innerhalb der Alveolen zu liegen pflegt, von denen aus er nur durch das Saftkanalsystem in die Lymphgefässe übertreten kann, so hat die Annahme am meisten für sich, dass die in der Umgebung der Lymphgefässe angehäuften Staubmassen mindestens zum grösseren Theil von den Saftbahnen aus nach diesen Stellen hin verschleppt, nicht von den Lymphgefässen aus hierher gelangt sind. Die Möglichkeit einer Auswanderung von Zellen aus diesen soll damit keineswegs geläugnet werden, im Gegentheil der Befund von Staubzellen in den äusseren Lagen der Bronchien und die Abnahme der Häufigkeit derselben in der Richtung gegen das Bronchiallumen verdient in dieser Hinsicht berücksichtigt zu werden, wenn er auch wegen der Möglichkeit der Einwanderung vom Bronchiallumen aus als beweisend nicht angesehen werden darf; um so interessanter scheint mir deshalb der Nachweis von Staubzellen in den Gefässwänden nach aussen von der Muscularis, weil eine Einwanderung vom Lumen aus nicht in Betracht gezogen werden kann.

6. Ablagerung des Staubes in den pulmonalen Lymphknötchen.

Zu den tiefen Lymphgefässen der Lunge steht noch eine Ablagerungsstätte des Staubes, der bisher noch nicht in eingehender

Weise Erwähnung geschehen ist, in Beziehung — die sogenannten Lymphknötchen der Lunge.

Nachdem schon BURDON-SANDERON [166]) und C. A. RUGE [231]) unabhängig von einander unregelmässige Anhäufungen cytogenen Gewebes um die Bronchien beim Meerschweinchen beobachtet hatten, ist den Lymphknötchen durch KLEIN [198]) eine eingehende Beschreibung zu Theil geworden. Er erwähnt, dass man bei diesem Thier an den kleinen Bronchien in der Wandung eines der peribronchialen Lymphgefässe zwischen dem Pulmonalarterienast und dem Bronchus Knötchen trifft, welche verschieden gross und zahlreich sind. Dieselben pflegen in lockeres Zellgewebe eingebettet zu sein, durch welches sie gleich den Blutgefässen von den Luftzellen getrennt werden; sie liegen in der Wandung eines Lymphgefässes, das nur aus Endothel zu bestehen scheint. Der halbmondförmige Sinus, welcher die Follikel umgibt, verdankt seine Form lediglich dem Vortreten desselben. Bei den knorpellosen Bronchien liegen solche Follikel zwischen Epithel und Muskelschicht. Er fügt hinzu, dass diese peribronchialen Follikel auch beim Kaninchen vorkommen, aber spärlicher sind. Auch FRIEDLAENDER [185]) erwähnt dieser Gebilde als normaler Bestandtheile des interstitiellen Lungengewebes bei Meerschweinchen und Kaninchen. Desgleichen hat RUPPERT [107]) dieselben, sowohl unter normalen Verhältnissen, als in den Staublungen beim Kaninchen und Hund beobachtet und weist darauf hin, dass sie beim letzteren, wo sie in dem mächtig entwickelten interstitiellen Gewebe fast verschwinden, leicht übersehen werden.

FRANKENHAEUSER [181]) beschreibt das Vorkommen lymphfollikelartiger Bildungen bei einer grossen Zahl von Thieren; dieselben liegen theils in der Schleimhaut, theils in der äusseren Faserschicht, sehr häufig an der Theilungsstelle der Bronchien oder zwischen dem Bronchus und einem denselben begleitenden grösseren Gefässe. Die Lymphfollikel sind meist von einer Lymphspalte umgeben. Beim Menschen war FRANKENHAEUSER nicht im Stande, dieselben aufzufinden. — Meine eigenen [2]) Beobachtungen stimmen betreffs dieser um die Bronchien und in der Bronchialwand gelegenen lymphatischen Gewebsmassen mit den soeben referirten Beschreibungen im Wesentlichen überein. Nachdem ich ihrer Beziehung zu dem peribronchialen Bindegewebe und zu der Schleimhaut gedacht, wird ihre bald mehr rundliche, bald mehr strangartige oder verästigte Form hervorgehoben und betont, dass die rundlichen

Knötchen meistens ziemlich deutlich begrenzt sind, die strangartigen und verästigten dagegen häufig in der Richtung der interalveolären Scheidewände sich fortsetzen. Ferner wird auf die Thatsache hingewiesen, dass nicht nur um die Bronchien, sondern auch um die Gefässe herum solche Apparate vorkommen, welche dieselben Formverschiedenheiten darbieten. Die Zusammensetzung ist in allen Fällen die gleiche; dieselben bestehen aus lymphoiden Zellen und einer bald spärlicheren, bald reichlicheren Zwischensubstanz, welche im Allgemeinen den Charakter eines Reticulum besitzt. KOELLIKER [199]) und STOEHR bestätigen diese Angaben im Wesentlichen. — Diesen Mittheilungen habe ich noch hinzuzufügen, dass die Architektur dieser lymphatischen Anhäufungen verschieden ist. Die kleineren Formen bestehen aus mehr gleichmässig vertheilten lymphoiden Zellen, bei den grösseren dagegen zeigen diese eine mehr reihenförmige Anordnung, oder aber das Knötchen besteht aus einem, selten mehreren rundlichen Follikeln, in deren Umgebung helle, rundliche und längliche Räume gelegen sind. Bei den erstbeschriebenen Formen liegen diese hellen Räume — einer oder zwei, selten mehr — in den mittleren Abschnitten und haben dann eine mehr rundliche Form.

Ich war bei meinen Untersuchungen zu dem Resultate gelangt, dass sowohl die bronchialen und peribronchialen Knötchen, als die perivasculären in den normalen Lungen von Meerschweinchen, Hund und Kaninchen regelmässig vorkommen und eine Gesetzmässigkeit in ihrer Anordnung erkennen lassen; ausserdem wies ich aber auf die Vorgänge der Staubablagerung in diesen Knötchen hin, weil dieselben meines Erachtens einen Schluss auf die Bedeutung dieser Einrichtung zulassen. Den damals über die Deposition inhalirten Staubes in den peribronchialen, bronchialen und perivasculären Lymphknötchen mitgetheilten Beobachtungen habe ich Folgendes hinzuzufügen. Es wurde soeben darüber berichtet, dass die Lymphknötchen nach ihrer Grösse Verschiedenheiten in der Architektur darbieten; dasselbe gilt bezüglich des Staubgehaltes. Bei den kleinen Formen mit mehr gleichmässiger Vertheilung der lymphatischen Substanz ist die Staubanhäufung zunächst und zwar schon nach kurzer Inhalation in Form rundlicher Haufen wahrnehmbar, welche der Anordnung nach den lichten Räumen entsprechen. Die Staubmassen bestehen sowohl aus freien Körnchen, als aus kleineren Staubzellen. In der Substanz dieser Lymphknötchen findet man zuerst keinen Staub, später aber wird

er nie vermisst und ist gewöhnlich an kleine lymphoide Zellen gebunden. — Bei den lymphatischen Knötchen mit mehr reihenförmiger Aufstellung der lymphatischen Substanz liegen die Staubkörnchen zwischen den Zellreihen. Die mit Follikeln ausgestatteten Formen endlich enthalten denselben in Form rundlicher und länglicher Haufen, an der dem Bronchus, beziehungsweise dem Gefäss abgewendeten Seite des Follikels, zuweilen aber auch namentlich am Bronchus an der gegen diesen gerichteten Fläche. Die Follikel selbst sind ursprünglich immer staubfrei; die Durchsetzung mit Staub beginnt peripher, lässt aber das Centrum sehr lange frei. Nach längerer und sehr intensiver Inhalation kann der Staubgehalt ein so grosser sein, dass Architektur und Structur kaum mehr kenntlich sind und die Knötchen nur als aus freiem Staub und Staubzellen bestehende gleichmässige Anhäufungen sich darstellen. Der Staubgehalt der Lymphknötchen entspricht im Allgemeinen der Dauer und Intensität der Inhalation; zuweilen trifft man aber in sehr staubreichen Lungen Knötchen, welche wenig Staub enthalten und umgekehrt.

Bei der Beurtheilung dieser Verhältnisse darf man nicht unberücksichtigt lassen, dass manche Thiere, namentlich wenn sie längere Zeit in geschlossenen Räumen eingesperrt waren, weniger in dem Lungengewebe als gerade in den Lymphknötchen einen Staubgehalt zeigen. Man darf deshalb nur nach Befunden an jungen Thieren oder an mit gewöhnlich in der Atmosphäre nicht vorkommenden Staubarten imprägnirten Lungen schliessen.

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass die Befunde in zweifacher Hinsicht von grossem Interesse sind: einmal geht aus denselben hervor, dass die in die Lungen in Form trockenen Staubes eindringenden Körper in den beschriebenen lymphatischen Gebilden in grösserer Menge zurückgehalten werden können. Daraus darf aber des Weiteren geschlossen werden, dass wir diese lymphatischen Knötchen als Einrichtungen zu betrachten haben, welche einen wichtigen Bestandtheil des lymphatischen Apparates der Lunge darstellen. Dass die in das Lungengewebe eindringenden corpusculären Stoffe auf dem Wege der Saft- und Lymphbahnen vorrücken, dafür sind oben genügende Belege beigebracht worden; es kann sich somit nur noch um die Frage handeln, in welcher Beziehung die lymphatischen Knötchen zu diesen stehen und in welcher Weise die Staubmassen in dieselben hineingelangen. Es wurde oben erwähnt, dass Klein[198]) die Follikel als perilymphangeale, in die Wand des Lymphgefässes ein-

gebettet und von dem Lumen dieses nur durch das Endothel getrennt betrachtet. Will man nicht eine Auswanderung der Staubmassen aus den Lymphgefässen in das Gewebe der Follikel annehmen, so müsste man sich vorstellen, dass die innerhalb der Saftbahnen verschleppten Staubmassen an diesen Stellen von ihrem Uebertritt in das Lymphgefässsystem zurückgehalten werden. Eine zweite Möglichkeit wäre aber die, dass die lymphatischen Knötchen wie die grösseren Lymphdrüsen in den Verlauf der Lymphgefässe eingeschaltet sind. Der Befund von Staubmassen kurze Zeit nach der Inhalation in der eben beschriebenen Anordnung scheint mir für eine solche Möglichkeit zu sprechen. Jedenfalls dürfen diese Gebilde als eine Art Filter betrachtet werden, welche im Stande sind, einen Theil des Staubes auf seiner Wanderung nach den Bronchialdrüsen aufzuhalten. — Schliesslich muss ich noch eines interessanten Befundes an den in der Mucosa gelegenen Knötchen erwähnen, namentlich an solchen, welche nahe an das Epithel heranreichen (vgl. Taf. III Fig. 11). Einigemal habe ich in diesen gleichfalls eine sehr reichliche Staubanhäufung beobachtet; sehr auffallend war aber, dass an diesen Stellen in der Bronchialschleimhaut gleichfalls viel Staub abgelagert sich fand, desgleichen zwischen den Epithelien. Es ist schon oben ausgeführt worden, dass es schwierig ist, sich eine präcise Vorstellung darüber zu machen, ob die Staubmassen auf dem Wege des Transportes durch das Epithel in die Schleimhaut und von da nach den Lymphknötchen sich befinden, oder ob sie durch die Schleimhaut und das Epithel in das Bronchiallumen auswandern und auf diesem Wege nicht nur die Schleimhaut, sondern auch die Follikel von Staub entlastet werden. Berücksichtigt man, dass an anderen Stellen der Schleimhaut eine Einwanderung von Staubzellen, wie es scheint, nicht regelmässig vorkommt, und dass der Staub meistens nur in den tieferen Schichten der Mucosa und in der Submucosa getroffen wird, so möchte die letztere Annahme als die wahrscheinlichere bezeichnet werden dürfen.

7. Ablagerungsstellen und Bahnen des Staubes in der Pleura sowie in den pleuralen und mediastinalen Lymphknötchen.

Ueber die Stellen sowie über die Art und Weise der Ablagerung des Staubes in der Pleura hat KNAUFF[54]) bereits sehr eingehende Mittheilungen gemacht. Er beschreibt an der Oberfläche der Lunge verästelte, durch die Anwesenheit von Kohlenpartikelchen

bezeichnete Linien, von welchen die breiteren in feinere, sich verästelnde und netzförmig sich vereinigende Züge übergehen. Nach Hinweis auf die Uebereinstimmung dieser Anordnung mit derjenigen der Lymphgefässe wird über die Erfolge der Injection dieser Bahnen berichtet und die Thatsache erwähnt, dass die Injectionsmasse von den Kohlenpartikelchen meistens durch einen lichten Streifen getrennt bleiben, weil dieselben gewöhnlich nicht im Lumen, sondern perilymphangeal gelegen sind. Der Beobachtung von Lymphgefässen, welche im Lumen selbst Kohle führen, ist oben schon gedacht worden. Ich selbst kann diese Angaben nur bestätigen; auch ich habe bei Russinhalationen von nicht zu langer Dauer solche den subpleuralen Lymphgefässen entsprechende netzförmige durch Ablagerung schwarzer Massen bedingte Zeichnungen gesehen. Auch bei den anderen Versuchen konnte ich an verschiedenen Stellen solche perilymphangeale Staubablagerungen beobachten, aber niemals in der ausgedehnten und regelmässigen Anordnung, wie bei den Russlungen, sondern immer nur mehr fleckweise, namentlich entsprechend den Knotenpunkten der unter der Pleura gelegenen interlobulären Bindegewebszüge. Bei sehr lange dauernden und intensiven Inhalationen ist die Staubablagerung eine mehr gleichmässige; die ursprünglich zwischen den netzförmigen Linien gelegenen staubfreien Bezirke werden immer kleiner, bis endlich die den grösseren Lymphgefässen entsprechende Zeichnung ganz verschwindet. Bei der mikroskopischen Untersuchung von Durchschnitten findet man dem entsprechend freien Staub und Staubzellen subpleural, namentlich in den zwischen zwei Alveolarsystemen gelegenen Bindegewebszügen; später setzt sich aber diese Staubablagerung an der pleuralen Oberfläche gegen die Mitte der Alveolarsysteme fort; ausserdem pflegen aber auch die zwischen den oberflächlich gelegenen Alveolarsystemen verlaufenden Bindegewebszüge eine Staubinfiltration darzubieten, welche von der Oberfläche aus nach innen an Intensität abnimmt.

Bei der Erörterung der Frage, auf welchem Wege die Staubmassen an diese Stellen gelangen, muss man vor Allem die Anordnung des Lymphgefässsystems der Pleura berücksichtigen; denn dass die Staubablagerung in der Richtung desselben erfolgt, darauf weisen die berichteten Thatsachen bestimmt genug hin.

Aus den Untersuchungen von Wywodzoff[264]), Sikorsky[241]) und Klein[195]) ist uns bekannt, dass die Wurzeln der subpleuralen Lymphgefässe in der Wand der oberflächlichen Alveolarsysteme und

deren interalveolären Scheidewänden zu suchen sind; WYWODZOFF und KLEIN haben aber ausserdem die Existenz von Zweigen nachgewiesen, welche eine Verbindung zwischen den oberflächlichen und tiefen Lymphgefässen der Lunge herstellen; diese letzteren sind enger, haben keine Klappen und unterscheiden sich dadurch sowie durch ihre Structur nicht unwesentlich von den subpleuralen Lymphgefässen. Die Abfuhr der Lymphe aus der Pleura wird durch grössere Stämme bewerkstelligt, welche bei den einen Thieren mit den tiefen durch die Substanz der Lunge verlaufen, während bei den anderen auch noch an der Oberfläche verlaufende Stämme vorkommen, welche die Lymphe aus der Pleura abführen. — Ueber die Bahnen, auf welchen der Staub in die subpleuralen Lymphgefässe hineingelangt, muss man sich demnach wohl die Vorstellung machen, dass derselbe von den subpleural gelegenen Lungenalveolen auf dem Wege der Saftbahnen in diese hineingelangt; die perilymphangeale Anhäufung der Staubmassen würde also auch an diesen Stellen so zu deuten sein, dass die Staubmassen an den Uebertrittsstellen in die grösseren Lymphgefässe längere Zeit zurückgehalten werden können oder ein Theil desselben dauernd daselbst liegen bleibt. Der Befund von Staub im Lumen von Lymphgefässen wird sich aber vielleicht so erklären lassen, dass durch die oben erwähnten klappenlosen anastomotischen Zweige Staubmassen, welche tiefer im Lungengewebe in die Lymphgefässe übertreten, hierher gelangen können, namentlich wenn der Abfluss nach dem Hilus aus irgend einem Grund behindert ist; überdies wäre es auch möglich, dass eine perilymphangeale Retention der Staubmassen erst dann erfolgt, wenn bedingt durch eingetretene Staubmassen die Einmündungsstellen der Saftbahnen alterirt sind. Bei Anwesenheit abführender Lymphstämme an der Oberfläche wird es sich ereignen können, dass die Staubmassen, ohne die Lungensubstanz zu passiren, in die Bronchialdrüsen abgeleitet werden. Die Fälle, in denen bei geringem Staubgehalt der Lunge eine sehr intensive Durchsetzung der Bronchialdrüsen mit Staub besteht, lassen sich vielleicht in diesem Sinne verwerthen.

Zu der Staubablagerung in der Pleura stehen noch die von mir[2]) als subpleurale Lymphknötchen bezeichneten Gebilde in Beziehung. Bei verschiedenen Thieren findet man, in allerdings nach Art und Individuum schwankender Menge, Anhäufungen lymphatischen Gewebes von bald rundlicher, bald mehr unregelmässig verästigter Form; dieselben liegen im subpleuralen Gewebe namentlich da, wo die interlobulären Bindegewebszüge unter Bildung brei-

terer Knotenpunkte sich vereinigen, seltener sind sie in die interalveolären Bindegewebszüge der oberflächlichen Alveolarsysteme eingebettet. Bezüglich der Einzelheiten darf ich auf meine früheren Mittheilungen verweisen, ebenso was ihre Beziehung zu der Staubablagerung betrifft; es sei deshalb an dieser Stelle nur erwähnt, dass sie sich in dieser Hinsicht genau so verhalten, wie die kleineren Formen der pulmonalen Lymphknötchen, mit welchen sie auch was die Architektur und Structur anbelangt, am meisten übereinstimmen; wenigstens habe ich grössere Follikel enthaltende Gebilde in der Pleura pulmonalis nicht beobachtet; auch betreffs der Zu- und Abfuhr des Staubes, sowie ihrer Bedeutung darf auf die Erörterungen verwiesen werden, welche hinsichtlich der pulmonalen Knötchen in dieser Richtung gepflogen worden sind.

Diese Mittheilungen über Staubablagerung in der Pleura darf ich nicht abschliessen, ohne dieser Vorgänge in den mediastinalen Lymphknötchen, wie sie zuerst von KNAUFF[54]) beschrieben, später von WALTHER[259]), BURDON-SANDERSON[166]), KLEIN[198]) und mir[2]) erwähnt worden sind, zu gedenken. — An der Pleura mediastinalis kommen beim Hunde lymphatische Knötchen von wechselnder Grösse, Zahl und Gruppirung vor, welche der Wand der kleinen Arterien und Venen dicht anliegen und im Wesentlichen aus mehr oder weniger complicirt angeordneten Gefässschlingen und aus rundlichen oder mehr ovalen lymphoiden Zellen bestehen. Vergleicht man diese Gebilde mit den pulmonalen und subpleuralen, so ist auf den ersten Blick der Unterschied mit Rücksicht auf die Anordnung ein sehr grosser. Ich will deshalb erwähnen, dass an den Uebergangsstellen zum Zwerchfell, auf die Costalwand u. s. w. Formen vorkommen, welche mit den subpleuralen übereinstimmen. Bei Hunden, die im Russkasten sassen, hat KNAUFF die Zellen mit Russkörnchen erfüllt gefunden; ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass auch bei Inhalation anderer Staubarten diese in den mediastinalen Knötchen wiedergefunden werden.

Bezüglich der Function und Bedeutung dieser Gebilde macht KNAUFF auf folgende zwei Möglichkeiten aufmerksam. Die eine bestände darin, dass einzelne von den Partikeln, welche in das Lymphgefässsystem der Lunge eingedrungen sind, durch die Verbindung der verschiedenen Lymphgefässbezirke hierher vordringen; oder aber wir haben uns vorzustellen, dass Kohlepartikelchen auf irgend einem Weg in die Pleurahöhle geriethen und von hier aus in die Knötchen aufgenommen würden. — Die anatomischen Einrichtungen der Pleura,

wie sie durch RECKLINGHAUSEN[225]), OEDMANSON[212]) und DIBKOWSKY[176]) aufgedeckt sind, sowie die Resorptionsvorgänge, wie wir sie aus den Untersuchungen DIBKOWSKY's kennen, liessen sich in dieser Hinsicht verwerthen (siehe Abschnitt V).

B) Vertheilung des Staubes in den einzelnen Lungenlappen.

1. Bei nicht sistirter Inhalation.

Die Vertheilung des Staubes in den einzelnen Lungenlappen, wie sie sich in der Färbung dieser bei der Betrachtung mit unbewaffnetem Auge ausspricht, zeigt einige Eigenthümlichkeiten, welche einer Erwähnung und des Versuches einer Erklärung um so mehr verdienen, als bei solchen Inhalationsversuchen diesen Verhältnissen bisher keine Beachtung geschenkt worden ist. In dieser Hinsicht ist zunächst zu bemerken, dass bei sehr intensiver Inhalation, auch wenn dieselbe nicht sehr lange Zeit währte, eine mehr gleichmässige, d. h. nicht fleckige Färbung der Lungen bald ohne deutliche Differenz in dem Verhalten der einzelnen Abschnitte, bald mit einer geringen Prävalenz der unteren Lappen und der rechten Seite zu Stande kommt. Bei weniger intensiver Inhalation und kurzer Dauer der Versuche habe ich wiederholt eine mehr fleckige Färbung beobachtet, die zuweilen, aber sehr wenig constant und erheblich, in den oberen Lappen stärker als in den unteren, rechts mehr wie links ausgesprochen war. Vielleicht weist dieses Verhalten darauf hin, dass den oberen Lappen der Staub zuerst zugeführt wird.

Bei sehr langer Versuchsdauer war das ziemlich sich gleich bleibende Resultat das, dass die unteren Lappen dunkler gefärbt waren als die oberen, die rechte Seite mehr wie die linke. Ich verkenne nicht die grosse Schwierigkeit in der Verwerthung dieser Thatsachen; auf der anderen Seite darf wenigstens der Versuch nicht unterbleiben. — Aus den Untersuchungen AEBY's[141]) geht hervor, dass beim Menschen aus der Stellung und Weite des rechten oberen Bronchus das in der Praxis so vielfach betonte, ja vielleicht in seiner Häufigkeit überschätzte Eintreten der Fremdkörper in diesen sich erklärt. Betreffs des Bronchialbaumes des Kaninchens ergibt sich aus AEBY's Mittheilungen, dass der rechte Bronchus gleichfalls weiter und etwas stumpfwinkliger gestellt ist als der linke; es würde sich aus diesem Verhältniss die stärkere Färbung des rechten oberen Lappens im Vergleich zum linken erklären lassen. Dass bei langdauernder Inhalation die unteren Lappen und die rechte Seite stärker gefärbt zu sein pflegen, darf vielleicht auf die nach unten zuneh-

mende, rechts mehr als links betragende Erweiterung des Bronchialbaumes bezogen werden; eine kurze aber intensive Inhalation würde zu demselben Resultate führen, wie eine lange und weniger ausgiebige. Mit der Einschränkung, welche bei der Verwerthung derartiger Versuche geboten ist, könnte man sich betreffs der Staubvertheilung die Vorstellung machen, dass der Staub am frühesten an den oberen, in grösster Menge an den unteren Lappen deponirt wird und in beiden Hinsichten (beim Kaninchen wenigstens) die rechte Seite begünstigt ist.

2. Bei sistirter Inhalation.

Was die Vertheilung des Staubes in denjenigen Fällen anbelangt, in denen nach Sistirung der Inhalation ein mehr oder weniger langer Termin bis zum Eintritt des Todes abgelaufen war, so geht aus der nachfolgenden Tabelle VII hervor, dass in den ersten Tagen nach der Sistirung noch eine mehr gleichmässige Färbung der Lungenlappen vorhanden ist, welche bezüglich der einzelnen Lungenlappen dieselben Verhältnisse darbietet wie ohne Sistirung mit dem allerdings wesentlichen Unterschiede, dass die Färbung eine hellere ist, als bei den Versuchen von derselben Inhalationsdauer. Ist ein längerer Termin zwischen der Unterbrechung der Inhalation und dem Tode des Versuchsthieres abgelaufen, so ist die Färbung nicht mehr eine gleichmässige, sondern eine mehr fleckige und zwar scheint dieselbe zuerst an den unteren Lappen, wenig später aber auch an den oberen diese Beschaffenheit anzunehmen. Die Form dieser Flecken ist bald eine rundliche, bald eine längliche oder verästigte. Man vergleiche in dieser Hinsicht die Fig. 3, 4 und 5 (Taf. I).

Tabelle VII. Vertheilung des Staubes in den Lungenlappen bei Sistirung der Inhalation, geordnet nach der Dauer dieser.

Versuchs-nummer	Staubart	In-halations-dauer	Dauer der Sistirung	Versuchs-dauer	Vertheilung des Staubes in den Lungen
39	Smirgel	8 Tage	2 Tage	10 Tage	Die Lungen hellbraun gefärbt, die Färbung ist am rechten oberen u. unteren Lappen stärker wie links.
99	Russ	27 Tage	2 Tage	29 Tage	Der obere Lappen beider Lungen mehr gleichmässig schwarz, besonders stark die vorderen Abschnitte, zwischen links und rechts kein deutlicher Unterschied; die unteren Lappen mehr fleckig schwarz, rechts sind die Pigmentflecken etwas zahlreicher.

Versuchs-nummer	Staubart	In-halations-dauer	Dauer der Sistirung	Versuchs-dauer	Vertheilung des Staubes in den Lungen
87	Ultra-marin	31 Tage	5 Tage	36 Tage	Die sämmtlichen Lungenlappen blau gefärbt, oben rechts etwas mehr wie links, unten kein deutlicher Unterschied.
100	Russ	27 Tage	8 Tage	35 Tage	Die oberen Lappen beider Lungen gleichmässig schwarz gefärbt, zwischen links und rechts kein deutlicher Unterschied; die unteren Lappen mehr fleckig; rechts die Flecken zahlreicher.
86	Ultra-marin	31 Tage	10 Tage	41 Tage	Alle Lungenlappen hellblau gefärbt, kein deutlicher Unterschied zwischen links und rechts, oben und unten.
82	Ultra-marin	31 Tage	15 Tage	46 Tage	Hellblaue Färbung der Lungenlappen, rechts oben etwas mehr wie links oben; unten kein deutlicher Unterschied zwischen links u. rechts.
96	Russ	27 Tage	20 Tage	47 Tage	Die beiden oberen Lappen fleckig schwarz gefärbt; kein deutlicher Unterschied zwischen links u. rechts; die unteren Lappen gleichfalls fleckig schwarz; die Flecken grösser, aber spärlicher wie oben, rechts mehr wie links.
85	Ultra-marin	31 Tage	31 Tage	62 Tage	Die oberen Lappen schwach blau gefärbt, kein deutlicher Unterschied zwischen links u. rechts; die unteren Lappen nur auf dem Durchschnitt fleckig blau gefärbt.
31	Smirgel	20 Tage	41 Tage	61 Tage	Die Lungen braun gefleckt; die Flecken sind in den unteren Lappen spärlicher und kleiner; zwischen links und rechts weder oben noch unten ein deutlicher Unterschied.
84	Ultra-marin	31 Tage	61 Tage	92 Tage	Die oberen Lappen beider Lungen fleckig blau gefärbt, links etwas deutlicher wie rechts; auch die unteren Lappen zeigen fleckig blaue Färbung etwas schwächer wie oben; zwischen links u. rechts kein Unterschied.
97	Russ	27 Tage	90 Tage	117 Tage	Die beiden Lungen hellroth gefärbt; im linken oberen Lappen keine schwarzen Flecken, dagegen am rechten an der hinteren Seite u. dem vorderen Rand einige solche; im linken unteren Lappen sind die Flecken zahlreicher, als oben, rechts noch mehr.
80	Ultra-marin	31 Tage	120 Tage	151 Tage	In den beiden Lungen kleine graue Herde mit kaum kenntlicher blauer Färbung; links scheinen die Herde oben und unten zahlreicher wie rechts.

Versuchs-nummer	Staubart	Inhalations-dauer	Dauer der Sistirung	Versuchs-dauer	Vertheilung des Staubes in den Lungen
101	Russ	27 Tage	135 Tage	162 Tage	Die sämmtlichen Lungenlappen im Allgemeinen hellroth und luftführend, aber von hirsekorngrossen schwarzen Flecken durchsetzt; dieselben sind am zahlreichsten im linken oberen Lappen, spärlicher rechts oben, spärlich in den unteren Lappen, links etwas zahlreicher wie rechts.
27	Smirgel	417 Tage	156 Tage	573 Tage	Die Lungen hell gefärbt, aber braun gefleckt; die Vertheilung der Flecken eine ziemlich gleichmässige; dieselben sind am spärlichsten am linken unteren Lappen.
32	Smirgel	378 Tage	157 Tage	535 Tage	Die hell gefärbten Lungenlappen von zahlreichen braunen Flecken durchsetzt; dieselben sind zahlreicher unten und hinten, als oben und vorn, zwischen beiden Seiten kein deutlicher Unterschied.
102	Russ	27 Tage	180 Tage	207 Tage	Die sämmtlichen Lungenlappen hellroth gefärbt und luftführend; die unteren Lappen zeigen nur an ganz vereinzelten Stellen schwarze Flecken; derselbe Befund auf dem Durchschnitt.
79	Ultra-marin	31 Tage	221 Tage	252 Tage	Die sämmtlichen Lungenlappen sind im Allgemeinen lufthaltig und elastisch, enthalten aber vereinzelte graue derbe Herde.
19	Smirgel	43 Tage	287 Tage	330 Tage	Die oberen hellgefärbten Lappen enthalten nur in den hintersten Abschnitten einige braune Flecken, ebensolche in grösserer Zahl in den unteren Lappen; kein deutlicher Unterschied zwischen links u. rechts.

Auch auf dem Durchschnitt (Fig. 5 Taf. I) zeigen dann die Lungen ein mehr fleckiges Aussehen. Bezüglich der Vertheilung der Flecken konnte ich keine Gesetzmässigkeit heraus finden; häufig schienen sie auf der rechten Seite und in den unteren Lappen zahlreicher und grösser, wie auf der linken Seite und in den oberen Lappen zu sein; in Fig. 3 (Taf. I) dagegen sind die Flecken oben zahlreicher als unten. Mit der Zeit werden die Flecken kleiner und spärlicher und dem entsprechend wird die Aufhellung des Lungengewebes immer vollständiger. Nach Ablauf von 3 Monaten zeigten die im Allgemeinen hellrothen Lungen nur noch vereinzelte blaue und schwarze Flecken und zwar namentlich an solchen Stellen, an

welchen bereits weitere Veränderungen des Lungengewebes sich eingestellt hatten. Bei der Beurtheilung dieser Vorgänge muss man allerdings berücksichtigen, dass bei manchen der betreffenden Versuche die Inhalationsdauer eine verhältnissmässig kurze (durchschnittlich 30 Tage währende) gewesen ist. Es ist ja zu erwarten, dass bei kurzer Inhalationsdauer die Verhältnisse zur Befreiung der Lunge von Staub günstiger liegen. Auf der anderen Seite lehren die Versuche 27 und 32, dass auch nach langer Inhalationsdauer (417 und 378 Tage) eine wenigstens theilweise Entlastung des Lungengewebes von Staub noch möglich ist.

3. Befreiung des Lungengewebes von Staub nach Sistirung der Inhalation.

Die in Rede stehenden Versuche sind insofern von grossem Interesse, weil aus ihnen hervorgeht, dass nach Sistirung der Inhalation eine Entlastung der Lungen von Staub sich vollzieht, welche proportional der Lebensdauer der Versuchsthiere fortschreitet und mit einer mehr oder weniger vollständigen Befreiung der Lungen abschliesst. — Dieses Resultat ist bei eingehender Erwägung keineswegs ein so überraschendes, wie es auf den ersten Blick erscheinen möchte. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass auch bei denjenigen Versuchen, bei welchen die Inhalation nicht sistirt worden ist, ein Theil des inhalirten Staubes theils frei, theils an Zellen gebunden durch die Bronchien und die Trachea wieder abgeführt wird. Allerdings soll diese Abfuhr mindestens bei normalen Lungen kurze Zeit nach Sistirung der Inhalation aufhören; für den Menschen wird wenigstens vielfach angegeben, dass die gefärbten Sputa sehr bald verschwinden, wenn die Lungen nicht tiefer greifende Veränderung darbieten (Merkel[77]). Unsere Versuche weisen darauf hin, dass auch nach Sistirung der Inhalation noch eine solche Abfuhr, und zwar wie es scheint, eine ziemlich lange Zeit noch möglich ist. Wie die Untersuchung solcher Lungen lehrt, wird dieser Vorgang durch eine eigenthümliche schleimige Erweichung der Staubpfröpfe vermittelt. Die Alveolen derselben sind nämlich mit einer feinkörnigen Masse, in welcher freie Staubkörnchen und verschiedengradig schleimig umgewandelte Staubzellen eingebettet liegen, erfüllt. Offenbar handelt es sich um einen Zerfall der in den Alveolen gelegenen Staubpfröpfe, durch welchen deren Abfuhr vermittelt wird.

Ein anderer Weg, auf dem die Lunge von Staub entlastet wer-

den kann, wird durch den zu den Bronchialdrüsen gerichteten Lymphstrom dargestellt. Ob diese Möglichkeit nur auf die Inhaltsmassen der Alveolen oder auch auf den im interstitiellen Gewebe der Lunge abgelagerten Staub sich bezieht, soll weiter unten erörtert werden.

Dass Staub, welcher in den peribronchialen Scheiden und in der Bronchialwand deponirt ist, zwischen den Epithelien der letzteren hindurch ins Bronchiallumen möglicherweise hineingelangt, darauf ist oben mehrfach hingewiesen worden. Es würde dies eine weitere Möglichkeit der Befreiung des Lungengewebes von Staub bedeuten.

C) Folgen der Staubinhalation in den Lungen der Versuchsthiere.

1. Veränderungen in der Trachea und den Bronchien.

Ehe ich zu einer Darstellung der Folgen der Staubinhalation an den Lungen übergehe, will ich einige Bemerkungen über die an der Schleimhaut der Trachea und Bronchien durch den Staub hervorgerufenen Veränderungen vorausschicken. Es wurde oben schon erwähnt, dass nach Inhalationen bald mehr trüber, bald mehr glasiger Schleim die Oberfläche bedeckt. Die Schleimhaut selbst ist geröthet, geschwellt und getrübt, später verdickt; kurz es sind die Anzeichen eines der Intensität und Dauer der Einathmung entsprechenden Katarrhes vorhanden. Auch des Befundes lymphoider und epithelialer staubführender und staubfreier Zellen in diesem Belag, der bald aus feinkörniger oder hyaliner, seltener feinfädiger Masse besteht, ist oben Erwähnung geschehen, ebenso desjenigen von Becherzellen. Die letzteren zeigen die bekannte Form, Structur und Inhaltsmasse. Unter normalen Verhältnissen ist ihre Zahl bekanntlich grossen Schwankungen unterworfen; bei den in Rede stehenden katarrhalischen Zuständen ist dasselbe der Fall, doch scheinen sie bei allen Versuchen mit ausgesprochener Veränderung der Tracheal- und Bronchialschleimhaut vermehrt.

Seit man die Becherzellen an diesen Stellen kennt, ist ihnen eine sehr verschiedene Deutung zu Theil geworden, selbst wenn man von der jetzt wohl allgemein verlassenen Ansicht, dass sie „Artefacte" seien, absieht. Von GEGENBAUR[186]), der Becherzellen wohl zuerst am Respirationsapparat und zwar zwischen den Flimmerzellen, welche die nach innen vorspringenden Balken der Frosch- und Tritonenlunge bedecken, beobachtet hat, wurden dieselben als einzellige Drüsen

betrachtet, eine Auffassung, welcher E. SCHULZE [238]), RANVIER [224]) u. A. im Wesentlichen sich angeschlossen haben. KNAUFF [54]) ist der Ansicht, dass nicht nur ein Theil des Zellprotoplasma diese Umwandlung erfahre, sondern dass die ganze Zelle zu Grunde gehe; er trägt in Anbetracht dieses Verhaltens Bedenken, diese Gebilde als elementare Drüsen zu betrachten. Von FREY [183]) werden sie geradezu als in Schleimmetamorphose begriffene dem Untergange bestimmte Formen betrachtet. ROSSBACH [229]) und BOCKENDAHL [161]) haben unter normalen Verhältnissen und bei gesteigerter Secretion das Secret frei von Zellen gefunden und schliessen daraus auf einen geringen Verbrauch an Zellen. Wie dem nun sei, über ihre Beziehung zur Schleimbildung kann kein Zweifel bestehen und ihre Vermehrung bei den katarrhalischen Zuständen der Tracheal- und Bronchialschleimhaut wird somit leicht verständlich.

Ebensowenig, wie über die Bedeutung und Function der Becherzellen, ist eine Einigung über deren Entstehungsweise erzielt. Die meisten betrachten die Keil-, beziehungsweise die Basalzellen als die Vorstufen der Becherzellen, während andere sie durch eine Metamorphose der Wimperzellen sich entstanden denken, weil zuweilen in dem Saum der Becherzellen Wimperhärchen vorkommen. Ich muss mich damit begnügen, auf die Arbeiten von KNAUFF [54]), FRANKENHÄUSER [181]), KÖLLIKER [199]), WALLER und BJOERKMANN [258]) sowie FLEMMING [180]) hinzuweisen und will nur noch die Ansicht DRASCH's [175]) erwähnen, der annimmt, dass die Becherzellen in Wimperepithelien umgewandelt werden.

Mit der oben berührten Frage nach der Entstehungsweise der Becherzellen hängt diejenige des Wiederersatzes der Epithelien der Tracheal- und Bronchialschleimhaut überhaupt aufs Innigste zusammen. FLEMMING [180]) und neuerdings BOCKENDAHL [161]) haben unter normalen Verhältnissen am Epithel indirecte Kerntheilungsvorgänge beobachtet und bringen diese mit der physiologischen Regeneration in Verbindung. DRASCH dagegen nimmt an, dass die Stiele der Ersatzzellen sich ablösen und so zu Zellrudimenten werden, in welchen dann nachträglich ein Kern entstehe. Indem ich bezüglich der Einzelheiten auf FLEMMING's eben citirte Mittheilung verweise, will ich nur noch erwähnen, dass auch KÖLLIKER sowie WALLER und BJOERKMANN die Angaben DRASCH's nicht bestätigen; allerdings waren die letzteren auch nicht im Stande, indirecte Kerntheilungsfiguren an der normalen Trachea zu beobachten, was sich vielleicht aus dem vereinzelten Vorkommen von Kerntheilungsfiguren

(Bockendahl) erklärt. Um sich ein reicheres Beobachtungsmaterial zu schaffen, liess Bockendahl Osmiumdämpfe auf die Trachealschleimhaut einwirken und hat beobachtet, dass in der Umgebung solcher Stellen die indirecten Kerntheilungsfiguren reichlicher waren, als unter normalen Verhältnissen. Dieselbe Wahrnehmung habe ich bei diesen Inhalationsversuchen gemacht. Die Zahl solcher Figuren war an einzelnen Stellen eine ziemlich grosse; sie sind häufiger in den tieferen Schichten entsprechend den Ersatzzellen, kommen aber auch in höheren Lagen der Epithelschicht vor. Ob diese Vorgänge nur der Regeneration dienen, ist schwer zu sagen; der Befund von indirecten Kerntheilungsfiguren in Zellen, welche im Schleimbelag eingebettet sind, weist auf die Möglichkeit hin, dass solche Theilungsvorgänge auch zur Desquamation in Beziehung stehen.

Das Aufsuchen der Kerntheilungsfiguren wird unter pathologischen Verhältnissen etwas erschwert durch die Anwesenheit sehr zahlreicher Wanderzellen, die ja nach den Untersuchungen von Stoehr[244]), Bockendahl[161]) und Flemming[180]) schon unter normalen Bedingungen vereinzelt vorkommen. Dieselben liegen wohl zum grössten Theil zwischen den Zellen, indem sie in den Intercellularräumen vorrücken, dabei allerdings die Form der Epithelien mehr oder weniger stark verändernd; zuweilen ist aber ihre Zahl eine so beträchtliche, dass die zwischen ihnen gelegenen Epithelien sehr schwer zu erkennen und somit von den Wanderzellen nicht immer zu unterscheiden sind, namentlich wenn deren Kerne gleichfalls Theilungserscheinungen darbieten. Dasselbe gilt von grossen Zellen, welche in ihrer Form mit den Becherzellen übereinstimmen, von diesen aber dadurch sich unterscheiden, dass sie an Stelle der hyalinen Masse Kerne und Zellen einschliessen; es ist mir nicht möglich, zu entscheiden, ob es sich um endogene Kern- und Zelltheilungsvorgänge bei diesen Formen handelt, oder ob sie durch Ansammlung von Wanderzellen innerhalb der Becherzellen zu Stande kommen. Auf der anderen Seite kann man darüber nicht im Zweifel sein, dass bei solchen katarrhalischen Processen neben den Vorgängen der Auswanderung lymphoider Zellen Proliferationserscheinungen an den Epithelien immer vorkommen.

Was die Veränderungen an der Mucosa selbst anbelangt, so ist sie immer mehr oder weniger stark zellig infiltrirt und verdickt; auch circumscripte Blutungen und diesen entsprechende Pigmentirungen sind nicht selten. Sehr oft habe ich grössere und

kleinere Körner, sowie Kugeln gelben Pigmentes frei und in Zellen eingeschlossen in der Mucosa gefunden und zwar nicht nur in den tieferen, sondern auch in den oberflächlichen Schichten bis an das Epithel oder selbst zwischen die Epithelzellen sich vorschiebend. Des Befundes von Lymphfollikeln in der Mucosa und deren Beziehung zu dieser sowie zur Oberfläche ist schon früher gedacht worden; ich habe in dieser Hinsicht nur noch nachzutragen, dass dieselben vergrössert, ja vielleicht auch vermehrt sind; rücken sie weit gegen das Epithel vor, so erscheint dasselbe etwas verworfen, die Epithelzellen sind durch staubführende und staubfreie Wanderzellen auseinandergedrängt, welche auch in grosser Zahl auf der Epitheldecke liegen; eigentliche ulceröse Processe habe ich dagegen nicht beobachtet. Um so auffallender war mir der Befund von kleinen Geschwüren im hinteren Theil der Rima glottidis; ob sie als katarrhalische oder als Folgen eines Decubitus aufzufassen sind, muss ich unentschieden lassen.

Diese Mittheilungen genügen, um zu zeigen, dass die Staubmassen auf der Trachealschleimhaut und der Schleimhaut der Bronchien einen intensiven Reiz ausüben und Veränderungen auslösen, welche ihrem anatomischen Wesen nach als katarrhalische bezeichnet werden müssen. Dem entsprechend sind nicht nur die grösseren Bronchien ganz gewöhnlich mit einem Schleimbelag versehen, sondern es enthalten auch die kleineren Bronchien ein schleimiges Secret; zu einer vollständigen Verstopfung dieser mit Secret und Staub kommt es zwar gelegentlich, aber bei nicht tracheotomirten Thieren doch nur ausnahmsweise. In Fällen von sehr langer Versuchsdauer habe ich namentlich beim Kaninchen, seltener beim Hund eine Erweiterung der Bronchien, und zwar einigemal in beträchtlichem Maasse beobachtet. Ob dieselbe den durch die Staubinhalation gesetzten Veränderungen beizuzählen ist oder nicht, lässt sich nicht entscheiden, weil die Möglichkeit, dass sie schon vor Beginn des Versuches vorhanden war, meines Erachtens nicht von der Hand gewiesen werden kann.

2. Intraalveoläre, perialveoläre, peribronchiale und perivasculäre Veränderungen.

Die meisten Beobachter haben ihre Versuche behufs Feststellung der Bahnen, auf welchen der Staub in die Lungen eindringt, oder der Bildungsweise der Staubzellen unternommen; den durch die Staubinhalation hervorgerufenen Veränderungen des Lungengewebes dagegen ist weniger Beachtung zu Theil geworden. Zuerst hat

meines Wissens Ins[50]) Aufschlüsse in dieser Hinsicht angestrebt, indem er Hunde längere Zeit einer Inhalation von Kieselstaub aussetzte. Derselbe nahm bei solchen Thieren unter der Pleura und im Lungengewebe zerstreut kleine Knötchen wahr, welche aber als einfache Anhäufungen von Staubzellen bei der mikroskopischen Untersuchung sich ergaben. Ins wagt nicht zu entscheiden, ob dieselben als durch ein grösseres Kieselkorn oder durch kleinere Sandkörner erzeugte Entzündungsherde aufzufassen seien, oder ob sie in der anatomischen Zusammensetzung der betreffenden Theile ihre Erklärung zu finden haben. Selbst bei zwei Hunden, welche nach einer zweimonatlichen sehr intensiven Inhalation noch drei, beziehungsweise elf Wochen lebten, war die Verdickung des bindegewebigen Gerüstes der Lunge nach der Ansicht von Ins ausschliesslich auf die Ablagerung von Staubzellen zu beziehen. Zu einer wirklichen Neubildung von bleibendem Gewebe war es nirgends gekommen. „Die Zeitdauer meiner Experimente", sagt Ins, „hat also nicht hingereicht, um die bekannten weissen Knötchen, welche man bei Steinhauern findet, zu vollenden." Ins zieht daraus den Schluss, dass eine recht beträchtliche Menge von Kieselstaub in den Lungen ertragen werde. — Schottelius[110]) ist bei seinen Versuchen zu dem Ergebniss gekommen, dass „directe Pneumonien" nach dem Eindringen unslöslicher Fremdkörper in die Lungen nicht entstehen; nur wenn durch massenhaft eingeblasenen Staub die Lumina kleiner Bronchien vollständig verstopft sind, so dass der peripher gelegene Staub von der Luftcirculation abgeschlossen wird, treten in diesen Lungenabschnitten Veränderungen ein, welche von Hyperämie, Oedem und Ausfüllung der betreffenden Alveolen mit Wanderzellen und desquamirten Epithelien eingeleitet werden und mit der Bildung eines festen bindegewebigen Knötchens abschliessen. Bemerkt muss werden, dass Schottelius bei seinen Versuchsthieren die Staubmassen nicht inhaliren liess, sondern solche durch die eröffnete Trachea eingeblasen hat. Die längste Versuchsdauer betrug vier Wochen.

Der Misserfolg der berichteten Versuche erklärt sich, wie ich glaube, sehr einfach. Will man auf experimentellem Wege Aufschluss erhalten über die Folgen der Inhalation von trockenem Staub, der unlöslich ist, somit nur durch seine Oberflächenbeschaffenheit wirkt und darum handelt es sich hier nur, so müssen ähnliche Bedingungen gegeben sein, wie sie beim Menschen zur Pneumonoconiosis führen. Vor Allem muss der Staub auf den natür-

lichen Bahnen in die Lunge gelangen; bei Inhalationen und Insufflationen durch die eröffnete Trachea gelangen gröbere und grössere Staubmassen in die Bronchien, als durch Mund- und Nasenhöhle; überdies ist auch die Richtung, in der, und die Gewalt, mit welcher die insufflirten Partikel in den Bronchialbaum befördert werden, eine ganz andere. Die Dauer der Versuche muss nicht nur eine sehr verschiedene, sondern insbesondere eine sehr lange sein, wenn man tiefer greifende Veränderungen im Lungengewebe hervorrufen will. Es ist ferner erforderlich, mit verschiedenen Staubarten zu experimentiren, um über die Einflüsse der ersteren sich zu unterrichten und einen Vergleich in dieser Hinsicht anstellen zu können. Endlich darf man sich nicht auf eine kleine Zahl von Versuchen und nicht ausschliesslich auf solche an Kaninchen oder solche an Hunden beschränken, weil von vorneherein erwartet werden kann, dass die verschiedenen Thiergattungen und die verschiedenen Individuen derselben Gattung nicht in gleicher Weise der Staubinhalation gegenüber sich verhalten werden. Dass ich bestrebt war diesen Anforderungen gerecht zu werden, darüber geben die oben in den Tabellen mitgetheilten Versuchsreihen Rechenschaft.

Von welchem Einfluss die zu den Inhalationsversuchen gewählten Arten der Thiere sind, geht schon daraus hervor, dass bei der Darstellung der Folgen der Staubinhalation eine getrennte Beschreibung der Befunde bei Kaninchen und Hunden geboten ist.

a) Kaninchenlunge. Der Ansammlung von lymphoiden und epithelialen Staubzellen innerhalb der Alveolen neben freiem Staub, sowie des Vorkommens von wandständigen Epithelien, welche Staub enthalten, ist bereits oben Erwähnung geschehen. Es ist ferner nachgewiesen worden, dass sowohl an den im Lumen der Alveolen gelegenen Staubzellen als an den staubfreien und staubführenden der Alveolenwand aufsitzenden Epithelien Proliferationserscheinungen beobachtet werden. Ob diese nur der Regeneration oder auch der Desquamation oder beiden dienen, konnte nicht entschieden werden; eine Beziehung derselben zur Desquamation erschien aber deshalb angenommen werden zu müssen, weil manche der im Lumen der Alveolen gelegenen Zellen Kerntheilungsfiguren einschlossen. — Es wird also die Staubinhalation von ziemlich complicirten, im Lumen der Alveolen sich abspielenden Vorgängen gefolgt, deren causale Beziehung zu der ersteren um so zweifelloser ist, als dieselben den in der Trachea und den Bronchien durch den Staub hervorgerufenen Veränderungen vollständig entsprechen. Diese

Processe der Emigration und Desquamation zeigen bei einzelnen Individuen gradweise Verschiedenheiten in ihrem Auftreten; sie wechseln aber auch nach der Intensität und Dauer der Inhalation sowie nach der Beschaffenheit der Staubart. Bei mässiger Russinhalation findet man gewöhnlich spärliche lymphoide und selbst epitheliale Staubzellen, während bei der Verstäubung von Smirgel und Sandstein von derselben oder geringerer Intensität namentlich die lymphoiden Staubzellen in grösserer Zahl getroffen werden. Der Gehalt der Lungenalveolen an Staubzellen entspricht in keiner Weise demjenigen des Lungengewebes an Staub, bei den Russlungen könnte man viel eher von einem umgekehrten Verhältniss sprechen. Zuweilen sind einzelnen mit Staub erfüllten Alveolen und Gruppen solcher entsprechend die wandständigen Epithelien etwas gequollen, die interalveolären Bindegewebszüge in derselben Weise verändert, verbreitert, die Capillaren erweitert und mit Blut gefüllt; zellige Infiltrationen werden an solchen Stellen vermisst, treten aber manchmal in späterer Zeit auf. Diese Veränderungen kommen in manchen Fällen in grösserer Ausdehnung zu Stande, so namentlich bei den Russinhalationen, während sie bei Smirgeleinathmungen, wenn auch ziemlich häufig, doch immer auf einzelne Alveolengruppen beschränkt und bei Sandsteinverstäubung sehr selten sind. Es hängt dies offenbar von der Intensität der Verstäubung ab. Dass wir es in den geschilderten Vorgängen mit den Folgen einer Ausfüllung der Lungenalveolen durch Staub zu thun haben, dünkt mir zweifellos; die Bronchiolen sind nur ausnahmsweise durch Staub verlegt, nur bei tracheotomirten Thieren habe ich öfters einen solchen Zustand beobachtet.

Wesentlich verschieden von den eben geschilderten Vorgängen sind die zelligen Infiltrationen der interalveolären Scheidewände; sie treten am häufigsten in der Umgebung von Alveolen und Alveolengruppen auf, welche mit aus lymphoiden und epithelialen Staubzellen bestehenden Pfröpfen gefüllt sind (Taf. II Fig. 6), oder eine grössere Menge solcher Staubzellen enthalten; dieselben werden aber auch an Alveolen, welche nur freien Staub führen oder ganz leer sind, getroffen. In den zellig infiltrirten und dem entsprechend verbreiterten interalveolären Bindegewebszügen liegen mehr oder weniger Staubzellen, bald in grösserer, bald in geringerer Zahl, sie können aber auch fehlen; es sind also diese Veränderungen nicht allein von einer Staubablagerung in den interalveolären Leisten abhängig, sondern sie stehen auch zu den in den Alveolarlumina

sich abspielenden Vorgängen in Beziehung. Dass sie andererseits nicht allein die Folgen der Erfüllung der Alveolarlumina mit Staub sind, zeigt deren Vorkommen in der Umgebung von Alveolen, welche nicht vollständig mit Staubzellen erfüllt oder gar staubfrei sind. — Man kann darüber streiten und hat darüber gestritten, ob man diese Vorgänge als entzündliche auffassen will. Bedenkt man, dass bei der Bildung dieser Herde nicht nur die Desquamation, sondern auch die Proliferation der Alveolarepithelien, sowie die Auswanderung weisser Blutkörper eine Rolle spielt, dass diese nicht nur an der Bildung der Staubzellen und Staubpfröpfe, sondern auch an dem Zustandekommen der zelligen Infiltration betheiligt ist, so muss man mindestens zugeben, dass die Staubinhalation eine Summe von Erscheinungen ausgelöst hat, welche den entzündlichen zugezählt zu werden pflegen. Dazu kommt, dass ausserdem sehr häufig kleine Blutungen und im Anschluss daran Pigmentirungen des Alveolarinhaltes und der interalveolären Bindegewebszüge getroffen werden. Mit Rücksicht auf diesen Complex von Erscheinungen wird man diese Herde als entzündliche aufzufassen kein Bedenken tragen und zwar um so weniger, als die durch den Staub in der Trachea und den Bronchien hervorgerufenen Veränderungen, deren Aehnlichkeit mit den intraalveolären und perialveolären auf der Hand liegt, allgemein als entzündliche bezeichnet werden.

Bei der Russinhalation sind diese Herde seltener, auch kommen sie nur ausnahmsweise frühzeitig zu Stande; ich habe solche zwar schon nach wenigen Wochen beobachtet, constanter werden sie erst nach Ablauf des zweiten Monates, zahlreicher im dritten bis fünften Monat (vgl. Taf. II Fig. 10). Es darf die Inhalation keine zu intensive sein, weil sonst die Thiere nicht so lange Zeit aushalten, bis solche Veränderungen sich eingestellt haben. Diese Herde sind nicht mit hinzutretenden acuten lobulären Pneumonien zu verwechseln, welche sich durch ihre gewöhnlich grössere Ausdehnung, durch die Anfüllung der Alveolen vorwiegend mit lymphoiden Zellen, sowie den geringen Staubgehalt dieser unterscheiden. Ausgedehntere Veränderungen, welche auf die Russinhalationen zu beziehen sind, kommen nach fünf- bis sechsmonatlicher Versuchsdauer gleichfalls vor; es liegen aber in diesen Fällen die Verhältnisse deshalb so complicirt, weil nach dieser Zeit die Lungen sehr stark mit Russ angefüllt zu sein pflegen, so dass nicht immer zu bestimmen ist, was auf Rechnung der Erfüllung der Alveolen mit Staub oder der specifischen

Einwirkung dieses kommt; wie erwähnt können auch in dem ersteren Falle später bindegewebige Retractionen eintreten.

Die Inhalationen von Smirgel und Sandstein, bei denen viel seltener und später eine Füllung der Alveolen mit Staub erfolgt, führen früher (am Ende des zweiten Monates) und ausgiebiger zu dem Auftreten solcher Herde von im Wesentlichen derselben Beschaffenheit (vgl. Taf. I Fig. 6).

Ausser diesen Herden, welche ihrer Ausdehnung nach submiliare und miliare, ihrer Topographie nach alveoläre und perialveoläre sind, kommen den periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Staubablagerungen entsprechende, umschriebene zellige Infiltrationen vor, welche gleichfalls als kleine rundliche oder mehr unregelmässig gestaltete Knötchen sich darstellen. Es handelt sich bei denselben nicht nur um einfache Staubablagerungen; denn zwischen den Staubzellen, namentlich aber in der Umgebung der Staubanhäufungen liegen in allerdings wechselnder, aber oft sehr beträchtlicher Zahl staubfreie Rundzellen; dadurch erst kommt es zu der Bildung kleiner aus Staubzellen und staubfreien Granulationszellen bestehender Herde, welche bald nur an der einen oder anderen Seite der Alveolargänge, der Bronchien und Blutgefässe gelegen sind, dieselben aber auch manchmal theilweise oder vollständig umscheiden, selbst in Fällen, in welchen die Staubablagerung eine nur beschränkte ist. Wenn diese periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Herde mit den perialveolären einerseits, den interlobulären andererseits sich vereinigen, so resultirt daraus eine wenigstens auf gewisse Strecken hin mehr gleichmässige Erkrankung.

Eine weitere Art von solchen Herden kommt durch eine Veränderung der staubführenden peribronchialen und perivasculären Lymphknötchen zu Stande, welche durch Zunahme der zelligen Elemente grösser werden, vielleicht auch vollständig sich neu bilden und später gleichfalls, namentlich wenn sie viel Staub führen, eine derbe Beschaffenheit wahrscheinlich in Folge der Hyperplasie des Reticulum und des umscheidenden Bindegewebes annehmen.

Auch an der Pleura pulmonalis kommt es zu zelligen Infiltrationen entsprechend den Staubablagerungen in den subpleuralen interlobulären Bindegewebszügen und den lymphatischen Knötchen (Fig. 1 und 2 Taf. I). Dieselben sind ursprünglich umschrieben, können sich aber später sowohl unterhalb der Pleura als auch in der Richtung der interlobulären zwischen die Läppchen sich ein-

senkenden Bindegewebszügen ausdehnen und dadurch zu ausgebreiteteren Veränderungen Veranlassung geben. Gerade an solchen Stellen pflegt die Neubildung von Granulationsgewebe und dessen Umwandlung in Bindegewebe leichter nachweisbar zu sein als in den tieferen Abschnitten der Lungen, in denen ja bekanntlich beim Kaninchen die bindegewebigen Lager unter normalen Verhältnissen nur schwach ausgebildet zu sein pflegen: eine Anordnung, welche man bei Beurtheilung der pathologischen Processe nicht unberücksichtigt lassen darf.

b) Hundelungen. Was den Befund an den Hundelungen sowohl bei der Smirgel- als bei der Sandsteininhalation anbelangt, so ist derselbe anscheinend sehr verschieden.

Wie schon oben erwähnt wurde, findet man beim Hunde nach Smirgelinhalation (Fig. 7 Taf. II) weniger freien Staub, dagegen ziemlich zahlreiche Staubzellen und mehr vereinzelt mit Staub erfüllte Alveolengruppen. Sowohl in der Umgebung dieser, als in derjenigen der periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Staubanhäufungen scheinen die Zeichen der Reaction sehr geringgradig; man trifft nur vereinzelte staubfreie zwischen vielen staubführenden Zellen; dagegen scheint der Herd im Ganzen sehr derb. Man darf bei der Beurtheilung dieser Befunde nicht unberücksichtigt lassen, dass die meisten Thiere erst nach längerer Versuchsdauer getödtet wurden, so dass an vielen der Herde schon weiter gediehene indurative Umwandlungen sich vollzogen haben konnten. An der Pleura kommen theils umschriebene, theils ausgedehntere Stellen vor, an welchen den Staubeinlagerungen entsprechend das Gewebe schwielig verdickt erscheint; ja in manchen Fällen ist, wie schon die makroskopische Betrachtung lehrt, die Veränderung eine recht ausgedehnte.

Die Lungen von Hunden, welche einer Sandsteininhalation (Fig. 8. u. 9 Taf. II) längere Zeit ausgesetzt waren, zeigen an der Oberfläche und auf dem Durchschnitte zahlreiche miliare und submiliare Knötchen von grauer und graurother Farbe eingelagert. Dieselben entsprechen an der letzteren Stelle mit Staubzellen erfüllten Alveolengruppen, deren interalveoläre Scheidewände mehr oder weniger stark verdickt sowie von rundlichen und länglichen Zellen durchsetzt sind, zwischen ihnen liegt mehr oder weniger Intercellularsubstanz. Andere Knötchen sind durch Staubanhäufungen in der Umgebung der Alveolargänge, der Bronchien und Gefässe, welche dieselbe bindegewebige Umwandlung erfahren haben, gebildet. Auch

peribronchiale und perivasculäre Lymphknötchen, welche Staub führen, an denen aber eine weitere Metamorphose gewöhnlich nur in geringerem Grade sich vollzogen hat, können als solche Knötchen erscheinen. Die Vertheilung dieser Knötchen auf dem Durchschnitte ist oft durch ihre Aufstellung in bestimmten Entfernungen von einander eine ziemlich gleichmässige; in anderen Fällen erscheinen sie an den einen Stellen zahlreicher wie an den anderen, oder aber sie verrathen eine gewisse Vorliebe bald für die Bronchien, bald für die Gefässe (Fig. 7, 8 und 9, Taf. II). Eine bestimmte Gesetzmässigkeit war ich in diesen Hinsichten nicht im Stande aufzufinden. — Die oberflächlichen Knötchen liegen im subpleuralen Gewebe an den schon öfter namhaft gemachten Stellen; sie sind zum Theil kleine Staubzellen einschliessende Entzündungsherde; manche derselben müssen zweifellos als subpleurale, mit Staub erfüllte Lymphknötchen aufgefasst werden. Durch Confluenz der im Lungengewebe gelegenen Herde unter sich, sowie mit den subpleuralen entstehen oft ausgebreitetere Indurationen des Lungengewebes, welche unter den Erscheinungen sehr starker Bindegewebsneubildung und consecutiver Compression der Alveolen, auch solcher, die nicht mit Staub gefüllt sind, sich vollziehen. Dass solche hochgradigen Veränderungen nur bei sehr langer Versuchsdauer zu Stande kommen, geht aus den in den Tabellen niedergelegten Daten hervor.

4. Einfluss der Staubart, der Staubmenge, der Dauer der Inhalation sowie des Genus und der Individualität der Versuchsthiere auf die Folgen der Staubinhalation.

Aus den soeben berichteten Thatsachen ergibt sich, dass nach der Staubinhalation verschiedene Veränderungen im Lungengewebe, welche als unmittelbare Folgen derselben aufzufassen sind, vorkommen. In erster Linie ist hier die Anfüllung der Lungenalveolen mit Staub zu berücksichtigen. Dieselbe kann sich in verschiedener Weise vollziehen; einmal in der Art, dass innerhalb kürzerer oder längerer Zeit feinkörniger Staub den Alveolen zugeführt und in dieser Form in denselben zurückgehalten wird oder aber, indem der in die Alveolen gelangte Staub von lymphoiden und epithelialen Zellen, welche gemengt mit freiem Staub die Alveolen verschliessende Pfröpfe bilden, aufgenommen wird. Obgleich das Resultat in beiden Fällen ein Abschluss der Alveolen ist, sind die weiteren Folgen doch verschieden; bald erfolgt nur eine mässige Quellung der Alveolarepithelien und der interalveolären Scheidewände verbunden mit Capil-

larektasie, bald kommt es zu mehr oder weniger starken zelligen Infiltraten der interalveolären Scheidewände, welche mit den gefüllten Alveolen zusammen kleine Entzündungsherde darstellen. Während die ersterwähnten Erscheinungen als einfache Folgen des Alveolarabschlusses betrachtet werden können, scheinen die letzteren auf die Einwirkung eines intensiven Reizes bezogen werden zu müssen. Ihre grosse Häufigkeit bei Sandsteininhalationen darf vielleicht in diesem Sinne gedeutet werden; dass sie beim Kaninchen auch nach Russinhalationen vorkommen, spricht nicht gegen eine solche Annahme, weil, wie unten gezeigt werden soll, diese Thiere überhaupt intensiver reagiren und ihre Verletzbarkeit grösser ist. Jedenfalls kann die Entstehung dieser alveolären und perialveolären Entzündungsherde nicht allein auf einen durch die Anfüllung mit Staubpfröpfen bewerkstelligten Luftabschluss bezogen werden; das lehrt der Befund solcher perialveolären Infiltrationen in der Umgebung von Alveolen, welche weder mit feinkörnigem Staub noch mit Staubzellen gefüllt sind, sondern letztere nur vereinzelt oder gar nicht enthalten. — Diese alveolären Entzündungsherde werden später derber und erfahren eine schwielige Umwandlung. Ausser diesen Herden kommen in den Staublungen noch andere circumscripte Erkrankungen vor, welche im Anschluss an die periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Staubablagerungen auftreten und in frühester Zeit durch eine Ansammlung von Rundzellen zwischen den Staubmassen und in deren Umgebung, später durch eine mehr derbe Beschaffenheit charakterisirt sind und gleichfalls als kleine Knötcheu erscheinen. Eine weitere Form solcher Knötchen verdankt ihre Entstehung der Staubfüllung der in der Umgebung der Gefässe und Bronchien gelegenen lymphatischen Knötchen und deren Umwandlung. Durch Confluenz dieser kleinen Herde kommt es dann zu ausgebreiteteren Processen, wie sie namentlich in Verbindung mit Veränderungen der Pleura insbesondere in den peripheren Lungenabschnitten vorkommen.

Nachdem wir uns hiermit über das anatomische Wesen dieser Vorgänge Rechenschaft gegeben haben, wird zunächst zu untersuchen sein, von welchen Verhältnissen ihr Zustandekommen abhängt und welche Rolle in dieser Hinsicht die Intensität der Verstäubung, die Versuchsdauer, die Qualität der Staubart und die an Individuum und Genus gebundenen Eigenschaften der Versuchsthiere spielen.

Von welchem Einfluss die Intensität der Verstäubung ist, kann man schon daraus ersehen, dass bei sehr staubreicher Atmosphäre in verhältnissmässig kurzer Zeit eine Anfüllung mit Staub

erfolgt, während eine solche bei weniger intensiver Verstäubung erst allmählich und nach längerer Zeit zu Stande kommt. Auch die Bildung der Staubzellen und die damit zusammenhängenden Erscheinungen der Emigration und Desquamation und dem entsprechend die Füllung der Alveolen mit in dieser Weise zusammengesetzten Staubpfröpfen werden bei intensiver Verstäubung ausgiebiger sein. Eine weitere Folge ist aber die, dass die Staubablagerung in den Geweben und die an diese sich anschliessenden Veränderungen, also die Bildung periinfundibulärer, peribronchialer und perivasculärer Herde in grösserer Massenhaftigkeit und Ausdehnung zu Stande kommen.

Die Bedeutung der Dauer der Inhalation geht daraus hervor, dass die meisten Staubarten erst nach längerer Einwirkung tiefer greifende Veränderungen im Lungengewebe hervorrufen, während vorübergehende Einathmungen entweder ohne Störungen bleiben oder diese bald wieder ausgeglichen werden. Zum grössten Theil wird allerdings der Einfluss der Inhalationsdauer aus der mit dieser zunehmenden Staubmenge, welche im Lungengewebe abgelagert wird, sich ableiten lassen. Dass die geschilderten Veränderungen zu ihrer Entwicklung eine längere Zeit beanspruchen, darauf ist oben bereits hingewiesen worden.

Ueber die Bedeutung der Oberflächenbeschaffenheit, sowie der Schwere und anderer physikalischer Qualitäten des Staubes für die Folgen der Staubinhalation geben unsere Versuche recht interessante Aufschlüsse. Einathmungen von Russ, Ultramarin, Smirgel und Sandstein haben beim Kaninchen Veränderungen hervorgerufen, welche ihrem anatomischen Wesen nach zwar ähnlich, dem Grade und der Zeit des Auftretens nach aber sehr verschieden waren. Obgleich die Russatmosphäre wohl die staubreichste war und zu der ausgedehntesten Anfüllung der Lungenalveolen mit feinkörnigem Staub geführt hat, traten doch bei der Smirgel- und Sandsteinstaubeinathmung die knötchenförmigen Entzündungsherde und die indurativen Vorgänge frühzeitiger und ausgedehnter auf. Beim Hund waren die Folgen der Smirgel- und Sandsteinstaubinhalation gleichfalls verschieden.

Sehr bemerkenswerth ist das differente Verhalten der Kaninchen einerseits, der Hunde andererseits gegenüber der Staubinhalation. Die ihrer Oberflächenbeschaffenheit nach am wenigsten schädliche Staubart — der Russ — hat beim Kaninchen stärkere Veränderungen im Lungengewebe hervorgerufen als beim Hund der Sandsteinstaub. Vergleicht man die Folgen der Smirgelinhalation

beim Kaninchen und Hund, so liegt der Unterschied so sehr auf der Hand, dass ein Hinweis auf die Tabellen genügt. Aus denselben geht hervor, dass bei Kaninchen und Hunden unter möglichst ähnlichen Versuchsbedingungen die Veränderungen der Lungen sehr verschiedene sind. Auch betreffs der individuellen Einflüsse ergibt sich bei der Durchsicht der Versuchsreihen ein zur Beurtheilung der Bedeutung derselben genügendes Material.

4. Accessorische Veränderungen der Lunge.

a) Acute Processe.

Im Anschluss an die oben geschilderten Veränderungen, welche als unmittelbare Folgen der Staubinhalation angesehen werden müssen, will ich noch einiger Erkrankungen der Lungen gedenken, deren Beziehung zur Staubinhalation als fraglich betrachtet werden kann, jedenfalls aber einer Erörterung bedarf. Ich meine zunächst die acuten Entzündungsprocesse, welche theils in lobulärer, theils lobärer Ausdehnung in den Lungenlappen getroffen werden. Ueber ihre Häufigkeit bei den verschiedenen Versuchsthieren, Kaninchen und Hunden, sowie bei den mit verschiedenen Staubarten angestellten Versuchsreihen nach Dauer der Inhalation und des Versuches gibt die nachfolgende Tabelle VIII Aufschluss. Es sei vorher nur noch bemerkt, dass der anatomische Charakter dieser Pneumonien in den verschiedenen Versuchen, an den verschiedenen Stellen bei demselben Versuch und endlich an den gleichen Stellen wechselte. Am häufigsten waren die Alveolen mit kleinen Rundzellen gefüllt, welche compact beisammenlagen; zuweilen fand sich zwischen ihnen eine feinkörnige oder feinfadig fibrinöse Masse. Die Alveolarepithelien waren in solchen Alveolen entweder nicht verändert oder gequollen, oder in grösserer Zahl den Rundzellen beigemengt. Andere Alveolen enthielten vorwiegend Epithelien und nur spärliche Rundzellen. Lobuläre Affecte waren häufiger wie lobäre; eine Vorliebe des einen oder anderen Lappens, der einen oder anderen Seite zu diesen Erkrankungen ist mit Sicherheit nicht zu erkennen.

Tabelle VIII. Zusammenstellung der Versuche, bei welchen acut lobuläre und lobäre Pneumonien sich fanden.

Versuchs-nummer	Versuchs-thier	Staubart / Staubraum	Inhalations-dauer	Versuchs-dauer	Veränderung der Lungen
57	Kaninchen	Russkasten	17 Tage	17 Tage	Acute Infiltration des linken oberen u. unteren Lappens.
59	Kaninchen	Russkasten	29 Tage	29 Tage	Lobuläre Herde in den oberen u. unteren Lappen beider Lungen.
49	Kaninchen	Smirgel / kleiner Staubkasten	35 Tage	35 Tage	Lobuläre Herde im rechten unteren Lappen.
50	Kaninchen	Smirgel / kleiner Staubkasten	44 Tage	44 Tage	Diffuse Infiltration des linken unteren Lungenlappens.
52	Kaninchen	Smirgel / kleiner Staubkasten	55 Tage	55 Tage	Lobuläre Herde in verschiedenen Lungenlappen.
46	Hund	Ultramarin / kleiner Staubkasten	58 Tage	58 Tage	Diffuse Infiltration der beiden unteren Lungenlappen.
41	Kaninchen	Ultramarin / kleiner Staubkasten	78 Tage	78 Tage	Lobuläre Herde in beiden unteren Lappen.
63	Kaninchen	Russkasten	154 Tage	154 Tage	Lobuläre Herde in beiden oberen Lappen.
60	Kaninchen	Russkasten	177 Tage	177 Tage	Lobuläre Herde in allen Lappen:
7	Kaninchen	Smirgel / Staubkammer	182 Tage	182 Tage	Lobuläre Herde in allen Lappen.
76	Kaninchen	Sandstein / kleiner Staubkasten	187 Tage	222 Tage	Lobäre Infiltration der beiden unteren Lungenlappen.
70	Kaninchen	Sandstein / kleiner Staubkasten	234 Tage	234 Tage	Diffuse Infiltration des linken unteren Lappens.
21	Hund	Smirgel / kleiner Staubkasten	264 Tage	265 Tage	Lobuläre Herde in beiden unteren Lappen.
17	Hund	Smirgel / kleiner Staubkasten	301 Tage	301 Tage	Lobuläre Herde in allen Lungenlappen.
35	Hund	Sandstein / kleiner Staubkasten	336 Tage	336 Tage	Lobuläre Herde in den oberen Lappen; diffuse Infiltration im linken unteren Lappen.
13	Hund	Smirgel / Staubkammer	356 Tage	356 Tage	Lobuläre Herde in allen Lungenlappen.
8	Hund	Smirgel / Staubkammer	407 Tage	407 Tage	Lobuläre Herde in beiden oberen Lappen.
44	Hund	Sandstein / kleiner Staubkasten	479 Tage	479 Tage	Lobuläre Herde im rechten unteren Lappen.
45	Hund	Sandstein / kleiner Staubkasten	479 Tage	479 Tage	Lobuläre Herde in den unteren Lappen.

Es sind dieser Zusammenstellung zufolge bei einer Gesammtzahl von 93 Versuchsthieren 19mal (bei 20,4%) acute Pneumonien gefunden werden; davon kommen auf 77 Kaninchen 11 Erkrankungen (14,2%), auf 16 Hunde 8 (50%). Bezüglich der letzten Zahl muss allerdings berücksichtigt werden, dass diese acuten Pneumonien beim Hund die wesentlichste Todesursache waren, während beim Kaninchen, wie später erörtert werden soll, auch chronische Affecte einen tödtlichen Verlauf bedingten; dazu kommt die sehr lange Versuchsdauer bei den meisten Hunden. Bezüglich der Häufigkeit der Erkrankung der Versuchsthiere an acuten Pneumonien ergeben sich je nach der Qualität der Staubart folgende Zahlen:

Russinhalation	21	Versuche,	4 Erkrankungen	(19%)
Ultramarininhal.	23	"	2 "	(8,6%)
Smirgelinhalation	34	"	8 "	(23%)
Sandsteininhal.	15	"	5 "	(33%)

Auch diese Zahlen sind als solche nur sehr bedingt verwerthbar, weil bei den einzelnen Versuchsreihen die Zahl der Thiere, welche getödtet wurden, eine sehr ungleiche, bei den Ultramarinversuchen z. B. eine sehr grosse gewesen ist, so dass der geringe Procentsatz bei diesen lediglich aus diesem Verhältniss sich ableitet. Macht man den Versuch diesen Fehler dadurch zu eliminiren, dass man nur mit der Zahl derjenigen Versuchsthiere rechnet, welche gestorben sind, und dass man alle durch Tracheotomie complicirten Versuche ausschaltet, so ergeben sich ganz andere Werthe.

Gesammtzahl der gestorbenen Versuchsthiere	an acuten Pneumonien	
48	19	39%
39 Kaninchen,	11 Kaninchen,	28%
9 Hunde,	8 Hunde,	88%

Betreffs der Zahl der Todesfälle bei Inhalationen mit verschiedenen Staubarten erhält man dann folgende Zahlen:

	Todesfälle	Pneumonie	
Russinhalation	14	4	28,5%
Ultramarininhalation	5	2	40%
Smirgelinhalation	24	8	33%
Kaninchen	18	4	22%
Hunde	6	4	66%
Sandsteininhalation	5	5	100%
Kaninchen	3	2	66%
Hunde	2	2 (3)	100%

Bezüglich der letzteren Zahl ist zu bemerken, dass ein Hund, der schwer erkrankt war, getödtet wurde.

Ich will nicht unterlassen noch einmal zu wiederholen, dass ich weitgehende Schlüsse aus diesen Werthen bezüglich der Einflüsse der Staubart auf die verschiedenen Versuchsthiere und deren Bedeutung für die Entstehung acuter Pneumonien zu ziehen nicht beabsichtige. Eines scheint mir aber doch sehr bemerkenswerth: erstens die sehr grosse Häufigkeit acuter Pneumonie bei den Versuchsthieren überhaupt und den im Allgemeinen weniger zu Lungenerkrankungen disponirten und widerstandsfähigeren Hunden insbesondere; dass ein grosser Theil dieser der acuten Pneumonie erlegen, und dass sie die wesentlichste Todesursache gewesen ist, das darf aus den oben berichteten Thatsachen gefolgert werden. Ueber den causalen Zusammenhang der Staubinhalation mit den Pneumonien könnte man verschiedene Vermuthungen hegen, ein Verhältniss kommt in dieser Hinsicht sachgemäss zunächst in Betracht: die Beziehung dieser Pneumonien zu den Bronchialerkrankungen. Es ist ausführlich nachgewiesen worden, dass als unmittelbare Folge der Staubinhalation katarrhalische Entzündungen der Bronchialschleimhaut sich einstellen; ihre Fortsetzung auf das Lungengewebe wird eine Entstehungsursache für die Pneumonien sein, mit der man zum Mindesten rechnen darf; die mit besonderer Häufigkeit sich lobulär ausbreitenden Entzündungsvorgänge würden in diesem Sinne sich verwerthen lassen. Wenn dieselben einen chronischen Verlauf annehmen, so werden sie mit den durch den Staub bedingten Veränderungen zusammen zu diffusen Infiltrationen und Indurationen der Lungen führen können.

Ausserdem ist aber die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass durch die Staubinhalation Bedingungen geschaffen werden, welche nicht nur für das Eindringen, sondern auch für die weitere Entwicklung specifischer Infectionsstoffe günstig sind; damit wäre eine mittelbare Veranlassung für die Entstehung infectiöser Pneumonien gegeben. Es sollen diese Gesichtspunkte an dieser Stelle keine weitere Ausführung erfahren, weil später dazu wiederholt sich Gelegenheit ergeben wird.

b) Chronische Processe.

Bei Erörterung der Folgen der Staubinhalation verdient noch das Vorkommen der käsigen Processe einer Erwähnung. Zunächst muss in dieser Hinsicht auf die interessante Thatsache hingewiesen werden, dass bei keinem der 16 Versuchshunde weder nach

der Smirgel- noch nach der Sandsteininhalation und bei keinem der 10 Kaninchen, welche einer Sandsteinstaubinhalation ausgesetzt waren, derartige Veränderungen gefunden wurden. Die bei den letzteren im subpleuralen, interlobulären, peribronchialen, periinfundibulären und perivasculären Gewebe befindlichen miliaren und submiliaren Knötchen haben zwar sowohl in ihrer Beziehung zu den Bronchien und Gefässen, sowie ihrer ganzen topographischen Verbreitung und ihrer Form wegen eine grosse Aehnlichkeit mit den Tuberkeln, sie unterscheiden sich aber von ihnen durch ihren Bau, durch ihr weiteres Geschick, sowie durch ihr Verhalten bei der Impfung und den Mangel an Bacillen.

Was zunächst ihren Bau anbelangt, so wurde nachgewiesen, dass diese Knötchen kleinen mit Staubmassen und Staubzellen erfüllten Alveolen und Alveolengruppen entsprechen, deren interalveolären Leisten und umgebenden Bindegewebszüge zellig infiltrirt sind, während andere als aus Staubzellen und Granulationszellen zusammengesetzte, periinfundibulär, peribronchial, perivasculär und subpleural gelegene Herde sich herausstellten; ihr weiteres Geschick ist ausschliesslich die fibröse Umwandlung; käsige Metamorphosen, degenerative oder nekrotische Zustände anderer Art habe ich an ihnen nicht beobachtet. Besonders muss ich aber betonen, dass die Impfungen, die ich mit diesen Knötchen in die vordere Augenkammer von Kaninchen vornahm, in allen Fällen resultatlos geblieben sind. Die Gewebsstückchen wurden meistens ohne bemerkenswerthe Reactionserscheinungen vollständig resorbirt; in zwei Fällen, in welchen ich etwas grössere Stücke in die vordere Kammer einpflanzte, traten entzündliche Erscheinungen auf, die aber nach wenigen Tagen wieder verschwanden; nach längerer Zeit kam es auch hier zu einer vollständigen Resorption. Bei der Section fanden sich weder im Auge noch sonst im Körper irgend welche tuberkulöse Processe. Auch Tuberkelbacillen habe ich weder in den intra- und interalveolären noch in den peribronchialen, perivasculären und subpleuralen Inhalationsknötchen nachweisen können.

Ueber die Häufigkeit käsiger Processe bei den anderen Kaninchen gibt nachfolgende Tabelle IX eine Uebersicht.

Tabelle IX. Zusammenstellung der Versuche, bei welchen käsige Pneumonien gefunden wurden.

Versuchs-nummer	Staubart / Staubraum	Inhalations-dauer	Versuchs-dauer	Befund in den Lungen	Sonstige Bemerkungen
61	Russkasten	4 Tage	4 Tage	Kleine weissliche Knötchen.	
62	Russkasten	7 Tage	7 Tage	Grössere und kleinere gelbe Herde.	Käsige Knoten in der Leber.
39	Smirgel kleiner Staubkasten	5 Tage	10 Tage	Kleine weisslichgraue Herde.	
51	Smirgel kleiner Staubkasten	13 Tage	13 Tage	Kleine grauweisse u. graugelbe Herde.	Parasiten in der Lunge.
18	Smirgel kleiner Staubkasten	16 Tage	16 Tage	Zahlreiche gelbe graue Herde.	Käsige Knoten in der Leber.
28	Smirgel Staubkammer	39 Tage	39 Tage	Graue Herde.	
20	Smirgel kleiner Staubkasten	40 Tage	40 Tage	Kleinere u. grössere gelbgraue Herde.	Parasiten in der Lunge.
16	Smirgel kleiner Staubkasten	48 Tage	48 Tage	Kleine grauweisse Herde.	
11	Smirgel kleiner Staubkasten	73 Tage	73 Tage	Graugelbe Herde.	
5	Smirgel Staubkammer	89 Tage	89 Tage	Graurothe u. graugelbe Herde.	
43	Ultramarin kleiner Staubkasten	93 Tage	93 Tage	Weissliche u. weissgraue Herde.	
6	Smirgel Staubkammer	138 Tage	138 Tage	Gelbe Herde u. käsige Infiltrate.	
40	Ultramarin kleiner Staubkasten	145 Tage	145 Tage	Weissliche u. graue Herde.	

Bei 77 Kaninchen 13 mal käsige Processe 16,8%

bei Russinhalation	21	2	" "	9,5%
bei Ultramarininh.	22	2	" "	9%
bei Smirgelinhal.	24	9	" "	37,5%
bei Sandsteininhal.	10	0	" "	0%

Berechnet man diese Werthe auf die Anzahl der gestorbenen Thiere, so ergeben sich bei

Russinhalation	14 Kaninchen	2 mal tuberkul. Processe	=	15%
Ultramarininhal.	4 "	2 "	"	50%
Smirgelinhal.	18 "	9 "	"	50%
Sandsteininhal.	3 "	0 "	"	0%
	39 "	13 "	"	33,3%

Dass auch bei der Verwerthung dieser Zahlen die grösste Vorsicht geboten ist, versteht sich von selbst. Manche dieser Erkrankungen fallen, wie z. B. bei den Russinhalationen, in eine so frühe Zeit, dass sie unmöglich als Folgen der Staubinhalation betrachtet werden können. Dass solche Thatsachen zu der grössten Zurückhaltung in der Beurtheilung der causalen Beziehungen zwischen Staubinhalation und den tuberkulösen Erkrankungen auffordern, bedarf keiner weiteren Begründung. Nach Ausschaltung der Fälle, in welchen die Erkrankung vor dem elften Tage aufgetreten ist oder nachweislich durch andere Einflüsse hervorgerufen war, ergibt sich bei unseren Versuchen ein verhältnissmässig kleiner Procentsatz (10 resp. 20 %) tuberkulöser Erkrankungen. Diese Thatsache kann meines Erachtens nur in dem Sinne gedeutet werden, dass zwischen der Staubinhalation als solcher und den in Rede stehenden tuberkulösen Processen eine *directe* causale Beziehung nicht gefunden werden darf. Dieses Ergebniss will mir um so bemerkenswerther erscheinen, als die Einathmung von Staub, wenn dieser nur in genügender Menge und lange genug einwirkt, in der grossen Mehrzahl unserer Versuche Veränderungen anderer Art im Lungengewebe auslöste, welche mit Rücksicht auf ihr ganzes Verhalten als unmittelbare Folge aufgefasst werden mussten.

Gegen diese Schlussfolgerung könnte man geneigt sein, den Einwand zu machen, dass diese Staubherde selbst tuberkulöser Natur seien. Man hat ja bekanntlich nicht nur bei der Verstäubung tuberkulösen Materiales (TAPPEINER[246–248]), BERTHAU[158]), WARGUNIN[260]), VERAGUTH[256]), WEICHSELBAUM[261]), KUESSNER[201]) u. A.), sondern auch bei derjenigen zersetzbarer organischer Substanzen (MARTIN[204–205]), SCHOTTELIUS[110]), CORNING[171]), WEICHSELBAUM[261]) u. A.) Herde gefunden, über deren Stellung zu den tuberkulösen Processen ausführliche Erörterungen gepflogen worden sind. Sieht man von den in Tabelle IX verzeichneten Versuchen ab, so kann bezüglich der bei den anderen Versuchen entstandenen knötchenförmigen Herde allerdings in dieser Hinsicht kein Zweifel bestehen, nachdem oben hervorgehoben wurde, dass Tuberkelbacillen in ihnen nicht gefunden wurden und die Impfversuche ein negatives Resultat ergeben haben. Dazu kommt, dass diese Staubherde auch in morphologischer Hinsicht ausgesprochene Unterschiede von Tuberkeln — experimentell erzeugten und spontan vorkommenden — darbieten. Eine typische Zusammensetzung aus epithelioiden Zellen und Riesenzellen, die charakteristischen Erscheinungen der käsigen Metamorphose und fort-

schreitenden Erweichung habe ich an ihnen nicht beobachtet. In allen nicht complicirten Fällen zeigten sie die oben beschriebenen Structurverhältnisse, und die einzige Umwandlung, welche ich an ihnen wahrnahm, war die mit Induration und fibröser Metamorphose abschliessende. — Die Vorstellung, dass die durch die Staubinhalation ausgelösten knötchenförmigen und herdweisen Veränderungen tuberkulöser Natur seien, ist demnach nicht zulässig.

Darf somit an eine unmittelbare causale Beziehung zwischen der Staubinhalation und den tuberkulösen Processen nicht gedacht werden, so ist andererseits nicht ausgeschlossen, dass durch die Staubinhalation in den Lungen Bedingungen geschaffen werden, welche namentlich bei bestehender Disposition des Individuums oder Genus das Eindringen, Haften und die Weiterentwicklung des tuberkulösen Giftes befördern. Zu Gunsten eines solchen *mittelbaren* Causalnexus zwischen Staubinhalation und Lungentuberkulose könnte das Vorkommen käsiger Processe bei den auf Tabelle IX verzeichneten Versuchen, allerdings mit der oben ausgeführten Einschränkung, geltend gemacht werden.

Noch werthvoller sind in dieser Hinsicht die unten zu berichtenden Erfahrungen an menschlichen Lungen.

II. Verhalten des Staubes in der menschlichen Lunge.

A) Bahnen und Ablagerungsstellen des Staubes.

Vergleicht man die an den Lungen der Versuchsthiere bezüglich der Vertheilung des inhalirten Staubes gemachten Beobachtungen mit den diesbezüglichen Erfahrungen an der menschlichen Lunge, so muss zunächst bekannt werden, dass unsere Erfahrungen, namentlich was die Geschicke des Staubes in der Trachea und den Bronchien anbelangt, recht mangelhafte sind. Ob Staub in die Tracheal- und Bronchialschleimhaut einzudringen vermag, auf welchem Wege und in welcher Weise sich dies vollzieht, welche Rolle dabei die Wanderzellen spielen, dies sind alles Fragen, deren Beantwortung wegen mangelnden Materials nicht möglich ist. Aus demselben Grunde kann über die Stellen des Uebertrittes des Staubes durch die Wandung der Alveolen, sowie die Mittel dieses Transportes in der menschlichen Lunge eine auf Thatsachen gegründete Darstellung nicht gegeben werden, vielmehr ist man bezüglich dieser Verhältnisse auf die oben über die experimentelle Staublunge berichteten

Erfahrungen, welchen in Anbetracht dessen eine ausführlichere Erörterung zu Theil wurde, angewiesen.

Besser sind wir über die Ablagerung des Staubes in dem Lungengewebe selbst unterrichtet; ja die diesen Gegenstand betreffenden Mittheilungen zeigen eine solche Ueberstimmung, dass ich von einer Erörterung der Literaturangaben absehen und mich damit begnügen darf, über meine eigenen Erfahrungen — das Resultat eingehender und zahlreicher Untersuchungen solcher Staublungen — in Kürze zu berichten und einen Vergleich anzustellen zwischen den Befunden an den Staublungen des Menschen und der Versuchsthiere.

Was zunächst das Verhalten des Staubes in den Alveolarwänden der menschlichen Lunge anbelangt, so ist der Staubgehalt derselben meistens ein sehr geringer. Gewöhnlich findet man nur vereinzelte Staubkörner oder Reihen solcher, welche hauptsächlich in den Interfibrillärräumen und feineren Ausläufern des Saftkanalsystemes zu liegen scheinen; nur zuweilen trifft man etwas grössere Anhäufungen von Staub namentlich an den Stellen der lakunären Erweiterung der Saftbahn, an Wanderzellen gebunden oder fixen Bindegewebskörperchen seitlich aufliegend. Das Verhältniss dieser Staubablagerungen zu den perivasculären Scheiden der Capillargefässe ist besonders bei natürlicher Injection der letzteren, so namentlich in emphysematösen Lungen, zu erkennen. Dem Verlauf der Gefässe folgend liegen freie Staubkörnchen und staubführende verzweigte Zellen den Wandungen dieser an. Von einer Vorliebe der Staubablagerung für eine oder die andere Stelle der interalveolären Leisten war ich auch in der menschlichen Lunge nicht im Stande mich zu überzeugen, und zwar weder in Fällen von geringer noch in solchen von hochgradiger Staubanhäufung.

Sehr viel ausgiebiger pflegt die Ablagerung des Staubes in dem periinfundibulären Bindegewebe zu sein. Dieselbe hat selten eine rundliche, häufig eine mehr unregelmässige zackige oder strahlige Gestalt und setzt sich zuweilen in der Richtung der interalveolären Bindegewebszüge fort.

Sehr beträchtliche Abweichungen in Form und Grösse bieten auch die peribronchialen Staubanhäufungen dar. Sie finden sich bald nur auf der einen oder mehreren Seiten oder umscheiden den Bronchus in einem kleineren oder grösseren Theil seiner Circumferenz und seiner Längsaxe. In den meisten Fällen beschränkt sich die Staubablagerung auf das peribronchiale Zellgewebe, die grösseren Lymphräume sind gewöhnlich leer; zuweilen sind aber

nicht nur sie mit Staub erfüllt, sondern die Staubinfiltration erstreckt sich auch auf die Bronchialwand bis zur Submucosa und Mucosa. Zum Theil mögen allerdings diese Staubablagerungen auf mit Staub erfüllte lymphatische Knötchen der Bronchialwand zu beziehen sein. Manche dieser Gebilde liegen so oberflächlich, dass sie vom Bronchiallumen nur durch das Epithel geschieden sind. Man vergleiche in dieser Hinsicht die früher citirten Mittheilungen KÖLLIKER's und die berichteten Beobachtungen an den Bronchien der Versuchsthiere. Auch grössere mit Staub erfüllte lymphatische Gebilde kommen in der Umgebung der intrapulmonalen Bronchien häufig vor; sie können gleichfalls, nachdem sie zuvor mit der Bronchialwand verschmolzen sind, gegen das Bronchiallumen vorrücken und beim Aufschneiden der Bronchien als schwarze Flecke und Knötchen sich darstellen, wie das von den extrapulmonären Bronchien längst bekannt ist. Dass von ihnen aus ein Uebertritt von Russ in das Bronchiallumen erfolgen kann, ist wohl kaum zu bezweifeln.

Die perivasculären Staubanhäufungen, welche nicht selten beträchtlicher sind als die peribronchialen, zeigen, im Wesentlichen dieselben Verhältnisse; auch sie sind bald rundlich, bald mehr zackig und verzweigt, nehmen nur einen Theil der Circumferenz des Gefässes ein oder umscheiden dasselbe vollkommen und wechseln in ihrer Ausdehnung längs des Verlaufes des Gefässes. Nicht selten stehen die peribronchialen und perivasculären Staubanhäufungen in Verbindung oder bilden geradezu eine zusammenhängende Masse. Bezüglich ihres Verhaltens zur Gefässwand will ich hervorheben, dass auch sie gewöhnlich auf das perivasculäre Bindegewebe sich beschränkt; doch trifft man namentlich bei älteren Leuten nicht selten Staub auch in den inneren Lagen der Gefässwand. In einigen Fälle habe ich ihn bis zur elastischen Innenhaut vordringen sehen, selbst bis zum Endothel war derselbe stellenweise vorgerückt; allerdings zeigten sich die Gefässhäute sehr stark daselbst atrophirt. Dass unter solchen Verhältnissen der Staub endlich in das Gefässlumen intravasiren kann, mit dieser Möglichkeit, ist, wie unten weiter ausgeführt werden soll, ernstlich zu rechnen.

Die eben erörterten topographischen Verhältnisse der Staubablagerung in der menschlichen Lunge würden ja schon für sich die Annahme gerechtfertigt erscheinen lassen, dass der Staub in die Lymphgefässe übertritt und in der Richtung der Lymphbahnen vorrückt. Die Uebereinstimmung der Staubablagerung bei den Versuchsthieren mit derjenigen in den menschlichen Lungen, welche eine so

vollständige ist, dass sie einer Erörterung nicht bedarf, kann nur geeignet sein, uns in dieser Anschauung zu bestärken. Die Beziehung der Staubablagerung zu den Lymphgefässen erhält aber noch einen weiteren Ausdruck in dem Verhalten derselben zu den peribronchialen und perivasculären Lymphknötchen. Bei einer früheren Gelegenheit*) habe ich bereits darauf aufmerksam gemacht, dass bei jugendlichen Individuen die Lymphknötchen arm an Pigment und deswegen leichter nachweisbar sind, im Wesentlichen aber dieselbe Anordnung zeigen wie bei den Thieren. Bei älteren Kindern werden sie weniger zahlreich, aber deutlicher begrenzt, weil das übrige Gewebe ärmer an Zellen ist; zuweilen enthalten die Zellen schon jetzt Pigment. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich in pigmentarmen Lungen Erwachsener, nur sind die Lymphknötchen meistens kleiner und derber. In pigmentreichen Lungen werden die Knötchen nicht nur durch das Pigment verdeckt, sondern sie sind auch ärmer an Zellen und machen sich oft nur durch ihre Pigmentirung bemerklich. Auf ihr Verhalten zur Bronchial- und Gefässwand ist oben bereits hingewiesen worden.

Diese Thatsachen genügen wohl, um zu zeigen, dass der in die Lungen eingedrungene Staub wie bei den Thieren so auch beim Menschen in die Lymphbahn übertreten und innerhalb derselben vorrücken kann, sowie dass bei beiden der Staub an denselben Stellen zurückgehalten, beziehungsweise abgelagert wird. Die Uebereinstimmung in diesen Hinsichten legt aber ferner die Vermuthung nahe, dass auch betreffs der Stellen des Uebertrittes, sowie der Art und Weise desselben in der menschlichen und thierischen Staublunge wesentliche Differenzen nicht bestehen. Es würden dem entsprechend die für die Staublunge der Versuchsthiere oben ausgeführten Verhältnisse auch für diejenige des Menschen gültig sein. Man hätte sich insbesondere vorzustellen, dass der Uebertritt des Staubes hauptsächlich an der Stelle der Lungenalveolen und zwar zwischen den Epithelien erfolgt, sowie dass er von da aus in die Saftbahn der Alveolenwände und in die Lymphgefässe vordringt, um innerhalb dieser in der Richtung gegen die Bronchialdrüsen vorzurücken. Es ist oben für die Lungen der Versuchsthiere nachgewiesen worden, dass der Staub theils an Zellen gebunden, theils frei diesen Weg zurücklegt; ich sehe keinen Grund ein für die menschlichen Lungen eine andere Art des Transportes anzunehmen, wenn auch bezüglich der mecha-

*) J. Arnold. Nr. 2.

nischen Vorgänge, welche bei dem Uebertritt des Staubes in die Lymphbahn eine Rolle spielen, Verschiedenheiten obwalten mögen.

B) Vertheilung des Staubes innerhalb der einzelnen Lungenlappen und deren Entlastung von Staub.

Ueber die Vertheilung des Staubes in den menschlichen Staublungen ist vielfach die Ansicht die herrschende, dass es namentlich die oberen Lungenabschnitte seien, welchen der Staub insbesondere der Russ zugeführt wird. Wenn die im vorigen Abschnitt mitgetheilte Vermuthung sich bestätigte und auch für den Menschen Gültigkeit hätte, dass der Staub in den oberen Lappen frühzeitiger deponirt wird, so würde sich ja ein derartiges Verhalten erklären; allerdings müsste man noch in Rechnung bringen, dass die in der Athmungsluft suspendirte Staubmenge beim Menschen wohl kaum eine so beträchtliche ist, wie bei unseren Versuchen, und dass aus diesem Grund die nach unten zunehmende Erweiterung des Bronchialbaumes und die dieser entsprechende stärkere Staubablagerung nicht zur Geltung kommen. — Ich will nicht unterlassen darauf hinzuweisen, dass ein derartiger Vergleich nur mit der grössten Vorsicht aufzunehmen ist, weil die Verhältnisse, unter denen der Staub eingeführt wird, so verschieden sind. Es werden sich in dieser Hinsicht dem Genus und Individuum entsprechende Differenzen in der Architektur und dem Bau der Lungen, der Stellung der Bronchien, in dem Typus der Respiration u. s. w. geltend machen. Dazu kommt, dass nach meinen Erfahrungen die Begünstigung der oberen Lappen bei der Staubinhalation auch beim Menschen keineswegs eine so constante ist, wie man sich dies vorzustellen scheint. Wiederholt habe ich in der Spitze des mittleren und unteren Lappens mehr Staub und der Ablagerung dieser entsprechend stärkere Veränderungen gefunden als im oberen Lappen. In einem Falle, in welchem die unteren Lappen ausgedehnt mit dem Zwerchfell verwachsen waren, zeigten die basalen Abschnitte dieser, sowie die die Verbindung vermittelnden Bindegewebsmassen auffallend viel schwarzes Pigment.

Es wurde oben nachgewiesen, dass bei den Thieren eine Entlastung der Lungen von Staub vorkommt, wie dies besonders deutlich aus den Versuchen hervorgeht, bei welchen nach mehr oder weniger langer Dauer der Inhalation diese sistirt wurde und die Thiere dann noch längere Zeit am Leben blieben. Unter solchen Verhältnissen erfolgte endlich eine vollständige Aufhellung der Lunge. Bezüglich der Wege, auf welchen diese Befreiung von Staub bei dem

Versuchsthiere sich vollzieht, habe ich erwähnt, dass nicht nur kurze Zeit nach der Inhalation, sondern noch ziemlich lange nach der Sistirung derselben der Staub mit Schleim gemischt als freie Körnchen oder Staubzellen durch Bronchien und Trachea abgeführt wird. Ein anderer Theil gelangt nach den Bronchialdrüsen. Ferner wurde auf die Möglichkeit aufmerksam gemacht, dass Staubmassen von den peribronchialen Lymphräumen aus durch die Bronchialwand in das Bronchiallumen übertreten können.

Es ist eine bekannte und schon mehrfach von mir erwähnte Thatsache, dass beim Menschen mittelst des Sputum Staub aus der Lunge wieder abgeführt wird. Dagegen ist es allerdings fraglich, wie lange nach der erfolgten Einathmung von Staub diese Entleerung desselben aus normalen Lungen erfolgt. Während KNAUFF[54]) annimmt, dass bei einfachen Staubinhalationen, ohne dass diese tiefere Veränderungen der Lungen zur Folge hatten, in Zellen eingeschlossene Staubmassen in den Sputis Wochen und Monate lang sich finden können, gibt MERKEL[77]) an, dass die Staubzellen spätestens nach 24 Stunden aus dem Sputum verschwunden seien. Das Verhalten der Staubmassen bei unseren Versuchen mit Sistirung der Inhalation spricht meines Erachtens für die Möglichkeit, dass auch in späteren Zeitperioden noch Staub aus den Lungen abgeführt wird; ob derselbe allerdings eine makroskopisch wahrnehmbare Färbung der Sputa bedingt, ist fraglich. Dass veränderte Lungen den Staub länger zurückhalten, dafür ist die von MERKEL an sich angestellte Beobachtung ein interessanter Beleg.

Aus der dauernden und ausgiebigeren Abfuhr solcher Massen mit dem Sputum wird ja mit Recht auf tiefer greifende Veränderungen der Lunge geschlossen. Ob bezüglich des meistens geringeren Staubgehaltes der unteren Lappen — die Richtigkeit dieser Angabe vorausgesetzt — eine stärkere Staubabfuhr aus denselben oder eine geringere Staubzufuhr eine Rolle spielt, würde bei der Beurtheilung dieser Verhältnisse auch noch in Erwägung zu ziehen sein.

Ein zweiter Weg, auf dem die menschliche Lunge von Staubmassen befreit wird, ist die Abfuhr nach den Bronchialdrüsen, wie später noch zu erörtern sein wird.

Ferner wäre die Möglichkeit noch in Betracht zu ziehen, dass Staub durch die Bronchialwand in das Bronchiallumen auch ohne Vermittlung ulceröser Processe übertreten kann. Der Befund von sehr stark pigmentirten Stellen in der Schleimhaut der Bronchien, welche ausser Atrophie keine Veränderungen darbieten, spricht dafür.

C) Folgen der Staubinhalation in der menschlichen Lunge.

Wie in der Einleitung ausgeführt worden ist, gehen betreffs der Folgen der Staubinhalation beim Menschen die Ansichten so weit auseinander, dass die einen für dieselben klinische und anatomische Krankheitsbilder zu entwerfen bestrebt waren, während die anderen eine jegliche Einwirkung des Staubes auf die Lungen in Abrede stellten. Nachdem oben auf experimentellem Wege der Beweis erbracht worden ist, dass die Staubinhalation als solche gewisse Veränderungen in der Luftröhre, den Bronchien und Lungen auslöst, will ich, diese Erfahrungen zu Grunde legend, eine Erörterung dieser Verhältnisse in der menschlichen Staublunge versuchen, insoweit eine solche in den Rahmen dieser Arbeit passt.

1. Veränderungen in der Trachea und in den Bronchien; Sputazellen.

Bei unseren Versuchsthieren konnten an der Trachea und den Bronchien eine Summe von Veränderungen, welche theils das Epithel, theils die Mucosa und Submucosa betrafen und im Ganzen als katarrhalische angesprochen wurden, nachgewiesen werden. Die wesentlichsten waren vermehrte Schleimsecretion, Bildung von Becherzellen, Proliferations- und Desquamationsvorgänge an den Epithelien, Auswanderung von Zellen und zellige Infiltration der Schleimhaut unter gleichzeitiger mehr oder weniger beträchtlicher Verdickung dieser, sowie endlich Blutungen in das Gewebe derselben.

Für den Menschen liegen derartige Erfahrungen aus dem einfachen Grunde nicht vor, weil zu einer Untersuchung eines solchen Materiales nur selten Gelegenheit geboten ist. Auf der anderen Seite weiss man, dass bei dem Aufenthalte in einer Staubatmosphäre der Staub als intensiver Hustenreiz wirkt und dass nach verhältnissmässig kurzer Zeit die Staubpartikelchen im Sputum theils frei, theils an Zellen gebunden sich finden. Es ist oben die Genese der Staubzellen erörtert und darauf hingewiesen worden, dass sie aus den Bronchien und der Trachea einerseits, aus den Alveolen andererseits stammen, und dass sowohl die tracheo-bronchialen als auch die alveolaren Formen umgewandelte lymphoide oder epitheliale Zellen sein können.

Diese verschiedenen Möglichkeiten der Herkunft der in den Sputis vorkommenden Zellen verdienen deshalb alle Beachtung, weil die diagnostische Verwerthbarkeit derartiger Befunde we-

sentlich durch diese Verhältnisse bestimmt wird. — Bekanntlich hat BUHL[163]) aus der Anwesenheit grosser Zellen in den Sputis auf tiefergreifende Veränderungen im Lungengewebe geschlossen. AMBURGER[142]) pflichtet dieser Ansicht bei, während FISCHL[179]) und HEITLER[191]) derselben unter dem Hinweis entgegentreten, dass die normalen Alveolarepithelien von anderen Epithelien des Respirationstractus in dem Sputum nicht unterschieden werden können. PANIZZA[216]) betont, dass diese Ausführungen HEITLER's, FISCHL's und AMBURGER's insoweit irrelevant seien, als es sich nach BUHL's Ansicht nicht um normale, sondern um pathologisch veränderte Alveolarepithelien handle. Der Kernpunkt der Frage sei somit der, ob die grossen körnigen (COLBERG'schen) Zellen als Alveolarepithelien im Sputum erkennbar sind und vorwiegend bei der Desquamativpneumonie BUHL's vorkommen; beides wird in Abrede gestellt. Auch SENATOR[239]) hält Verwechselungen des Alveolarepithels mit aufgequollenen von dem Bronchialepithel stammenden Ersatzzellen für möglich, während GUTTMANN, SCHMIDT[188]) und BIZZOZERO[160]) diese Zellen für Alveolarepithelien ansprechen. Der letztere schreibt ihnen eine üble Bedeutung zu, wenn sie in grosser Menge vorhanden sind, ihre Ausscheidung lange anhält und die Menge des Auswurfes erheblich ist.

Aus den oben mitgetheilten Thatsachen geht hervor, dass bezüglich der Herkunft der in den Sputis vorkommenden Zellen mit vier Möglichkeit zu rechnen ist. Die epithelialen Zellen können von proliferirenden Epithelien und Ersatzzellen der Tracheo-bronchialschleimhaut ebenso gut stammen, als von den Alveolarepithelien. Ausserdem wird aber auch die Möglichkeit zu berücksichtigen sein, dass diese grossen Sputazellen umgewandelte tracheo-bronchiale oder alveoläre Wanderzellen sind, nachdem wir wissen, dass diese, wie die Versuche von SENFTLEBEN[240]) und TILLMANNS[254]) lehren — in dieser Hinsicht sind sie ja beweiskräftig — quellen und grösser werden können. Die Frage nach der Herkunft der Sputazellen ist demnach eine viel verwickeltere, als man von vorneherein erwarten sollte. So lange es nicht gelungen ist für die einzelnen Formen zuverlässigere Kennzeichen aufzufinden, wird meines Erachtens bei der Beurtheilung und diagnostischen Verwerthung derselben die grösste Vorsicht geboten sein.

Diese Erörterungen über die Veränderungen der Tracheo-bronchialschleimhaut darf ich nicht abschliessen, ohne noch einmal darauf hingewiesen zu haben, dass die Staubinhalation an dieser eine

Summe von Veränderungen auslöst, welche man als katarrhalische zu bezeichnen pflegt. Dass im Anschluss an diesen Bronchialkatarrh, wenn er nicht ein nur vorübergehender ist, weitere Veränderungen sowohl der Bronchialwand als auch des Lungengewebes — Bronchektasie, Emphysem u. s. w. — erfolgen können, ist selbstverständlich; es darf in dieser Hinsicht auf die Auseinandersetzungen von HIRT[47]), MERKEL[77]), SELTMANN[112]) u. A. verwiesen werden.

2. Intraalveoläre Vorgänge und Veränderungen der Alveolenwände. Bronchopneumonische Herde.

Eine zweite Serie von Erscheinungen spielt sich im Inneren der Lungenalveolen ab, indem diese zunächst mit Staub mehr oder weniger erfüllt werden.

Wie bei den Thieren, so trifft man auch in den menschlichen Lungen, ohne dass sie anderweitige Veränderungen darbieten, Staub frei und an Zellen gebunden. Die freien Staubkörnchen sind meistens spärlich und eine vollständige Füllung der Alveolen mit solchen freien Staubmassen, wie bei den Versuchsthieren, habe ich an den menschlichen Lungen selten beobachtet; die Staubatmosphäre ist ja wohl nur ausnahmsweise und nur unter bestimmten Verhältnissen eine so dichte, dass die Staubmassen als solche die Lungenalveolen zu verlegen im Stande sind. Sehr häufig findet man in sonst normalen Lungen, ohne dass diese zuvor einer besonders dichten Staubatmosphäre ausgesetzt gewesen wären, vereinzelte oder selbst zahlreichere staubführende Zellen, namentlich epitheliale, seltener lymphoide, diese Bezeichnungen in dem oben definirten Sinne angewendet. Bei vorübergehendem Aufenthalt in einem mehr oder weniger mit Staub erfüllten Raum sind diese immer in grösserer Zahl vorhanden und erfüllen die Lungenalveolen bei sonst normaler Beschaffenheit der Lungen zuweilen vollständig.

Untersucht man aber Lungen von Individuen, welche längere Zeit der Einathmung von Staub ausgesetzt waren, so findet sich immer eine grössere Zahl von Lungenalveolen, welche mit Staubpfröpfen erfüllt sind. Dieselben bestehen bald ausschliesslich bald vorwiegend aus epithelialen Staubzellen, bald finden sich zwischen ihnen spärliche oder zahlreichere lymphoide staubführende Zellen; dazwischen liegen freie Staubkörnchen in wechselnder Zahl. Im Anfang hängen die die Pfröpfe zusammensetzenden Massen nur lose zusammen, später erscheinen sie aber mehr gebunden und compacter.

Wie es scheint, können solche Staubpfröpfe sehr lange in den

Alveolen liegen, ohne selbst weitere Veränderungen einzugehen oder solche in ihrer Umgebung hervorzurufen, namentlich wenn sie nur zum Theil das Lumen der Alveolen verlegen oder der Staub als solcher einen intensiveren Reiz nicht ausübt. Ist das Letztere aber der Fall oder füllen die Pfröpfe die Alveolarlumina aus und bewerkstelligen sie dadurch einen ebenso vollständigen als dauernden Luftabschluss, dann erfahren sie selbst und die Alveolarwände weitere Umwandlungen. Die Zellen werden kleiner und ihre gegenseitigen Abgrenzungen undeutlicher; die Kerne zeigen Zerfallserscheinungen, da und dort treten Fettkörnchen auf; gleichzeitig wird der ganze Pfropf kleiner und compacter. Während an diesem derartige Veränderungen sich vollziehen, wird die interalveoläre Leiste von bald spärlichen bald zahlreicheren Rundzellen durchsetzt, an deren Stelle später ein zellarmes derbes Bindegewebe tritt. Die Alveolarwand verdickt sich in demselben Maasse, als das Volumen der Inhaltsmasse abnimmt; schliesslich bleibt ein derber, aus fibrösem oder hyalin degenerirtem Gewebe bestehender Herd zurück, der seine Entstehungsweise kaum mehr verräth. Dass diese Veränderungen in sehr langsamer Weise sich vollziehen, ist vorauszusetzen; unsere Versuche lehren überdies, dass dazu nicht Wochen genügen, sondern Monate und Jahre erforderlich sind. Diese kleinen aus der Umwandlung des Inhalts und der Wand einer Alveole hervorgegangenen Herde haben im Allgemeinen eine rundliche Form und erscheinen als kleine Knötchen; sehr häufig treten aber mehrere derselben zu einem grösseren Knoten zusammen. Während dem Mitgetheilten zufolge über die Genese, die Metamorphose und das schliessliche Geschick dieser Herde ein Zweifel nicht bestehen kann, mag das anatomische Wesen derselben fraglich erscheinen, insbesondere wird zu erwägen sein, ob und inwieweit man berechtigt ist, dieselben als entzündliche — pneumonische — zu betrachten. Man hat gegen eine solche Auffassung insbesondere geltend gemacht, dass bei Luftabschluss der Alveolen ganz gewöhnlich eigenthümliche Vorgänge an den Epithelien sich abspielen. Diesen Einwendungen gegenüber möchte ich betonen, dass es sich bei der Bildung dieser Staubpfröpfe nicht nur um Desquamationen und Quellung der Epithelien, sondern auch um Proliferationsvorgänge, wie die Kerntheilungsfiguren beweisen, handelt und dass bei ihrer Zusammensetzung Auswanderungsprocesse betheiligt sind; auch die Veränderungen der interalveolären Leisten und Alveolarwände verdienen in dieser Hinsicht Berücksichtigung. Eine grosse Rolle spielt

bei der Abneigung, diesen Vorgängen einen entzündlichen Charakter zuzuerkennen, die Vorstellung, dass der Staub als „blander" Körper eine Entzündung hervorzurufen nicht im Stande sei, dass es dazu vielmehr specifischer Einwirkungen bedürfe. Bei unseren schwankenden Begriffen über Entzündung wird allerdings eine erfolgreiche Beweisführung in dieser Hinsicht kaum möglich sein; ich will mich deshalb damit begnügen, auf eine, wie ich glaube, bemerkenswerthe Thatsache hinzuweisen. Setzt man ein Kaninchen für einige Stunden einer dichten Staubatmosphäre aus, indem man zuvor geglühten Smirgel verstäubt, so findet man die Schleimhaut der Luftröhre und der Bronchien mit Schleim belegt, intensiv geröthet und in der oben beschriebenen Weise verändert; ganz dasselbe Resultat erhält man bei Hunden. Es werden also durch den Staub, der von organischen Beimengungen befreit ist, eine Summe von Kreislaufsstörungen (Hyperämie, Auswanderung u. s. w.) sowie von Gewebsalterationen ausgelöst, denen die Bezeichnung der entzündlichen vorzuenthalten, ein sachlicher Grund nicht vorliegt. Diese Vorgänge an den Bronchien scheinen mir aber deswegen so bemerkenswerth, weil sie die Deutung der in den Lungenalveolen sich vollziehenden Veränderungen zu vermitteln geeignet sein möchten. Ich meinerseits trage kein Bedenken, die in und an den Lungenalveolen sich abspielenden Vorgänge als entzündliche aufzufassen und es kann sich meines Erachtens nur fragen, ob der Staub an und für sich diese Veränderungen nicht nur am Alveolarinhalt, sondern auch an der Alveolarwand hervorzurufen vermag, oder ob namentlich beim Zustandekommen der letzteren der Verschluss der Lungenalveolen eine Rolle spielt. Ohne diese Möglichkeit in Frage ziehen zu wollen, möchte ich auf den Befund von Lungenalveolen mit verdickten Wänden bei nicht verlegtem Lumen und offenem zuführendem Bronchus hinweisen, wie er in den Lungen der Versuchsthiere oben erwähnt wurde und auch in menschlichen Lungen nicht zu selten ist. — Obgleich die geschilderten Herde offenbar mit der Desquamativpneumonie Buhl's in mehrfacher Hinsicht übereinstimmen, möchte ich für dieselben doch diese Bezeichnung nicht beibehalten, weil sie nur auf die eine Erscheinung hinweist und gewöhnlich auf Processe angewandt wird, welche mit Verkäsung abschliessen und in das Gebiet der tuberkulösen Erkrankungen gehören. Meines Erachtens wird das anatomische Wesen dieser Staubherde besser durch Endo-perialveolitis nodosa oder durch indurative Bronchopneumonie ausgedrückt; die Localisation in den Alveolen und

Alveolargängen und das Resultat des Processes ist darin enthalten, während gleichzeitig die Beziehung zur Fremdkörperpneumonie und andererseits die Abtrennung den tuberkulösen Vorgängen gegenüber angedeutet ist.

3. Peribronchiale und perivasculäre Herde, Veränderungen der pulmonalen Lymphknötchen und der Pleura.

Von diesen Bronchopneumonien wesentlich verschieden ist die zweite Art von Herden, welche in den menschlichen Staublungen getroffen wird und in der Weise zu Stande kommt, dass durch die Staubanhäufungen im periinfundibulären und peribronchialen Bindegewebe Lymphräume und Lymphgefässe verlegt werden; es bilden sich dann an solchen Stellen Anhäufungen von Zellen, sowie Verdickungen der Wand und deren Umgebung. Es ist eine circumscripte und zugleich multiple Peri- und Endolymphangitis fibrosa, die mit Rücksicht auf ihre Topographie und Localisation an den peribronchialen Scheiden als Peribronchitis nodosa zweckmässig bezeichnet werden kann.

Die dritte Form der Staubherde, welche durch ihren Anschluss an die Gefässe gekennzeichnet ist und mindestens ebenso häufig, wenn nicht häufiger, vorkommt wie die vorige, hat wohl dieselbe Entstehung, auch bei ihr handelt es sich um eine Endoperilymphangitis, welche den Gefässen folgt und zweckmässig als Perivasculitis nodosa von der entsprechenden Art der Peribronchitis unterschieden wird.

Endlich ist noch zu berücksichtigen, dass auch die peribronchialen und perivasculären Lymphknötchen als solche Herde erscheinen können. Wenn sie auch beim Erwachsenen, wie oben nachgewiesen wurde, in demselben Maasse an Zellen ärmer zu werden pflegen, als ihr Pigmentgehalt zunimmt, so bleibt doch die Möglichkeit einer Zellanhäufung in späteren Zeiten und damit die Bildung kleiner Herde an diesen Stellen bestehen.

Alle diese Herde sind ursprünglich etwas mehr oder weniger als Hirsekorn gross, haben eine rundliche, längliche oder leicht verästigte Gestalt, können aber später jede Form für sich oder mehrere unter einander durch Confluenz grössere Herde oder Knoten bilden, ja selbst zu gleichmässigen Infiltraten führen, nicht selten ihre herdweise Entstehung auch in diesem Stadium noch verrathend.

Bei unseren Versuchsthieren wurden theils ausgebreitete, theils circumscripte oder geradezu knötchenförmige Verdickungen der Pleura pulmonalis gefunden. Der Zusammenhang insbesondere der letzteren mit der Staubinhalation ergab sich aus dem Befund der inhalirten Staubmassen in denselben. Die Uebereinstimmung dieser Gebilde mit den Knötchen, wie sie in der Pleura, namentlich bei Steinhauern in so häufiger Weise vorkommen und als miliare Fibrome bezeichnet werden, liegt auf der Hand; man vergleiche Taf. I Fig. 1 und 2. Betreffs ihrer Zusammensetzung will ich erwähnen, dass sie bei nicht mit Tuberkulose complicirten Fällen in späteren Stadien nur aus derben, zuweilen hyalin degenerirten Bindegewebsmassen bestehen. Ausser den knötchenförmigen Neubildungen kommen beim Menschen wie bei den Thieren noch circumscripte, mehr strahlige Verdickungen der Pleura vor; auch über ihre Beziehung zur Staubinhalation kann mit Rücksicht auf den Staubgehalt derselben ein Zweifel nicht bestehen; bezüglich der diffusen Verdickungen der Pleura dagegen, wie sie bei Steinhauern ganz gewöhnlich getroffen werden, kann es immerhin fraglich erscheinen, inwiefern sie auf die Staubinhalation zu beziehen oder Begleitungserscheinungen der chronisch pneumonischen Processe sind. Ich will in dieser Hinsicht nur erwähnen, dass auch bei den Versuchsthieren, welche solche Veränderungen nicht darboten, ausgebreitete Verdickungen der Pleura mit massenhafter Einlagerung von Staub gefunden wurden.

4. Einfluss der Staubart, der Staubmenge und der Constitution des Individuum auf die Folgen der Staubinhalation.

Soviel über die Veränderungen in der menschlichen Lunge, welche als unmittelbare Folgen der Staubinhalation angesehen werden müssen. Es wird nun zunächst zu untersuchen sein, ob ein Unterschied in dieser Hinsicht nach der Qualität der Staubart und der Intensität der Staubatmosphäre nachweisbar ist. Endlich wird noch erörtert werden müssen, ob die einzelnen Individuen der Inhalation derselben Staubart gegenüber different reagiren.

Die Einathmung von Kohle in Form von Russ ist wohl die häufigste Art der Staubinhalation beim Menschen. In der grossen Mehrzahl der Fälle zeigt die Russlunge, von Bildung vereinzelter Staubzellen und Ablagerung des schwarzen Farbstoffes im periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Bindegewebe abge-

sehen, keine bemerkenswerthen Veränderungen; sie ist die einfachste Form der Staubinhalation und würde vielleicht zweckmässig von anderen nachher zu besprechenden Arten als Anthracosis simplex (oder als Melänosis anthracotica pulmonum) unterschieden. Dieselbe wird gewöhnlich als wesentlichstes Argument angeführt, um zu zeigen, dass der Staub als solcher Veränderungen im Lungengewebe nicht hervorruft. Die Verhältnisse der Staubinhalation liegen in diesem Falle gewöhnlich so, dass nur geringe Staubmengen eingeathmet werden; ein Theil des Staubes wird frei oder an Zellen gebunden aus den Lungenalveolen wieder abgeführt, während ein anderer Theil frei oder in Zellen eingeschlossen durch die Alveolarwand in das Saftkanalsystem dieser übertritt und von da aus ins Lymphgefässsystem gelangt.

Wesentlich anders ist das Ergebniss, wenn die Staubatmosphäre eine sehr dichte und die Menge des inhalirten Staubes eine beträchtliche ist. Dann kommt es zunächst zu einer stärkeren Erfüllung der Lungenalveolen mit freien Staubkörnchen, ausserdem werden mehr epitheliale und lymphoide Staubzellen gebildet und in den Alveolarlumina zurückgehalten, so dass es früher oder später zu einer vollständigen Anfüllung mit Staubpfröpfen kommt. Aehnlich verhält es sich mit den periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Staubanhäufungen und damit ist der Anstoss zur Bildung der Herde und zum Vollzug der indurativen Processe gegeben. Es wäre vielleicht zweckmässig, diese Form von der Anthracosis simplex als Anthracosis indurativa zu unterscheiden.

Noch unter einer anderen Bedingung ist die Retention und Ansammlung von Russ eine stärkere, wenn die Lungen bereits erkrankt sind. — Bei normaler Beschaffenheit der Lungen und Respirationswege wird wohl der grössere Theil des Staubes wieder nach aussen abgeführt, der kleinere zurückgehalten. Haben wir es aber mit katarrhalischen Entzündungen der Bronchien oder entzündlichen Vorgängen im Lungengewebe zu thun, dann wird mehr Staub in dem Bronchialschleim und in den die Lungenalveolen erfüllenden Zellen zurückgehalten. In diesen Fällen gesellt sich also die Anthracosis zu bereits bestehenden Lungenerkrankungen hinzu mit der Bedeutung einer secundären Erscheinung im Gegensatz zu der vorhin geschilderten primären Form. Ein Ausdruck für dieses Verhältniss liesse sich durch Verwendung des Eigenschaftswortes „anthracotica“ finden. Dass eine solche Unterscheidung nicht ohne Bedeutung ist, wird sich bei der Besprechung der Kieselstaubinhalation und deren Combination mit der Anthracose ergeben.

Für die Untersuchungen über die Folgen der Kieselstaubinhalation stand mir ein reichliches Material zu Gebote, denn die Sterblichkeit bei unseren Steinhauern ist eine sehr grosse. Wie oben bereits erwähnt wurde, enthält der Staub unseres rothen Sandsteines ausser feinkörnigem Eisenoxydhydrat, spärlichen Feldspathkörnchen und Turmalinsäulchen hauptsächlich Quarzkörner von sehr unregelmässiger eckiger und spiessiger Gestalt. Die Wirkung dieser Staubart ist eine ungewöhnlich rasche und intensive; sobald die Kaninchen in den Staubkasten gesetzt werden, fangen sie an sehr rasch zu athmen; die Hunde husten sehr stark; erst nach längerem Aufenthalt in dem Staubkasten lassen diese Erscheinungen nach. Tödtet man die Thiere nach einigen Stunden oder Tagen, so zeigen sie die oben erwähnten Veränderungen der Tracheo-bronchialschleimhaut im höchsten Grade. Für diese eigenartige Wirkung des Sandsteinstaubes weiss ich nur eine Erklärung; sie kann meines Erachtens nur mit der unregelmässigen Oberflächenbeschaffenheit der Staubkörner zusammenhängen; sei es nun, dass dieselben infolge ihrer spiessigen und kantigen Gestalt fester auf der Epithelfläche haften, sei es, dass sie in diese selbst sich einbohren, in beiden Fällen wird die Einwirkung eine intensivere sein, als bei den kleinen regelmässig gestalteten runden Russkörnern. Diese Eigenschaften werden sich aber auch im Alveolarlumen geltend machen; so erklärt es sich wohl, dass es bei der Sandsteinstaubinhalation früher, regelmässiger und ausgedehnter zu einer Anfüllung der Lungenalveolen mit Staubzellen kommt als bei der Russinhalation; auch die grössere Zahl der lymphoiden Staubzellen steht damit im Zusammenhang. Thatsache ist es, dass bei unseren Versuchsthieren durch Inhalation von Sandsteinstaub die bronchopneumonischen Herde nicht nur, sondern auch die peribronchitischen und perivasculären viel charakteristischer und regelmässiger zur Entwicklung gelangten als bei der Russinhalation, obgleich bei dieser die Staubatmosphäre eine dichtere zu sein pflegte. Offenbar kommt es bei der ersteren früher und gesetzmässiger zu einer Anfüllung der Lungenalveolen mit Staub und zu einem Verschluss der perivasculären und peribronchialen Lymphgefässe.

Mit diesen Erfahrungen stehen die bei den menschlichen Staublungen gemachten in vollständigstem Einklang; während man, wie oben erörtert mit Unrecht, daran zweifelt, dass durch Russinhalation tiefer greifende Veränderungen in den Lungen gesetzt werden können, hat man dies für die Kieselstaubinhalation als feststehende Thatsache anerkannt, ohne allerdings die Gründe für dieses differente Verhalten

der in Rede stehenden Staubarten in vollem Umfange und ihrer verschiedensinnigen Bedeutung zu würdigen.

Besonders möchte ich noch hervorheben, dass, während bei der Anthracosis indurativa gewöhnlich nur circumscripte herdweise Erkrankungen zu Stande kommen, bei der Kieselstaublunge — Chalicosis indurativa — wenigstens nach längerer Dauer diffusere Erkrankungen nie fehlen. Bei der indurativen Anthracosis sind durch Necrose des Gewebes vermittelte Höhlenbildungen die grössten Seltenheiten, bei der Chalicosis werden solche Vorgänge verhältnissmässig häufiger getroffen.

Diesen Auseinandersetzungen über die Verschiedenheit der Wirkung des Russes einerseits, des Kieselstaubes andererseits habe ich noch die Bemerkung hinzuzufügen, dass die Kohle in anderer Form, allerdings häufig mehr oder weniger stark mit Kieselstaub gemischt, ähnliche, beziehungsweise dieselben Veränderungen in den Lungen hervorruft wie der letztere allein. Es ist dies also eine Combination der Chalicosis und Anthracosis, bei der beide Staubarten gemischt und gleichzeitig in die Lungen eingeführt mehr oder weniger tiefgreifende Alterationen bewerkstelligen, eine Anthraco-chalicosis indurativa. Eine andere Mischform von Chalicosis und Anthracosis kommt bei unseren Steinhauern vor. Bekanntlich hat schon Friedreich[33]) darauf hingewiesen, dass bei denselben die Lungen nicht roth, sondern grau und grauschwarz gefärbt sind. Es handelt sich eben in diesen Fällen nicht nur um eine Chalicosis, sondern auch um eine Anthracosis, wie übrigens schon von Knauff[54]) betont worden ist. Die erstere acquiriren dieselben während der Arbeitszeit, die letztere in ihren schlechten und niederen Wohnräumen; in diesem Falle wird also der Kieselstaub und der Russ zu verschiedenen Zeiten eingeführt, der letztere aber von dem in Folge der Inhalation des ersten alterirten Lungengewebe in grösserer Menge zurückgehalten; auf diese Weise entsteht eine Chalicosis anthracotica. Dass die Pigmentirung in diesen Fällen wirklich einer Einfuhr von Russ ihre Entstehung verdankt, dafür liefern die Resultate unserer Versuche, bei denen durch die Inhalation von Sandsteinstaub ausschliesslich rothe Indurationen der Lungen zu Stande kamen, interessante Belege; aus ihnen geht nicht nur hervor, dass die reine ungemischte Chalicosis eine der Färbung des Sandsteinstaubes entsprechende farbige Induration bewirkt, sondern auch dass trotz zahlreicher Blutungen eine erkennbare schwarze Färbung nicht erfolgt. Die Untersuchung der Bronchialdrüsen lehrt, dass diese neben Staub immer hämatogenes

Pigment führen und eine röthliche Tingirung darbieten, welche das Resultat der Ablagerung dieser beiden Stoffe ist. Der Befund von schwarzen Körnchen neben hämatogenem Pigment, wie er bei brauner Induration und anderen mit Blutung verbundenen Vorgängen in der Lunge und den Bronchialdrüsen vorkommt, ist vielfach als Beweis angeführt worden, dass beide Pigmente in einander übergehen. Es wurde oben bereits ausgeführt, dass an diesen Objecten eine derartige Deduction nicht zulässig ist.

Ganz ähnlich wie betreffs der Chalicosis anthracotica der Steinhauer liegt die Sache bezüglich der Beschaffenheit der Lungen anderer Arbeiter. Da mir eigene Erfahrungen nicht zu Gebote stehen, verzichte ich auf eine weitere Ausführung dieser Verhältnisse, deren Anwendung sich überdies von selbst ergibt.

Gegen die Beziehung der Staubinhalationen zu den in Rede stehenden Veränderungen hat man den Einwand erhoben, dass der Staub bei den Inhalationsversuchen namentlich in den unteren Lappen der Lunge abgelagert werde, während die auf die Einwirkung des Staubes bezogenen Veränderungen in der menschlichen Lunge vorwiegend die oberen Lappen betreffen. In dieser allgemeinen Weise ausgesprochen hat ein solcher Einwurf weder für die thierische noch für die menschliche Staublunge Gültigkeit. Bei Besprechung der Staubvertheilung ist bereits darauf aufmerksam gemacht worden, dass bei unseren Versuchen namentlich bei solchen von kurzer Inhalationsdauer oder mit Sistirung der Inhalation die oberen Lappen mehr Staub führten als die unteren. Es wurde aus diesem Verhalten die Möglichkeit abgeleitet, dass der Staub den oberen Lappen früher zugeführt, beziehungsweise länger in ihnen zurückgehalten werden kann, wie in den unteren. Jedenfalls erklärt sich der grössere Staubgehalt dieser mindestens zum Theil aus der nach unten zunehmenden Erweiterung des Bronchialbaumes. Insbesondere verdient hervorgehoben zu werden, dass in allen Versuchen die Staubablagerung und die auf diese bezogenen Veränderungen der Lungen nach Localisation und Intensität sich entsprochen haben. Bezüglich der Staubvertheilung in der menschlichen Lunge ist zu berücksichtigen, dass die oberen Lappen keineswegs immer den grössten Staubgehalt aufweisen und dass in denjenigen Fällen, in welchen die Spitzenabschnitte der unteren Lappen mehr Staub führen, diese der Staubablagerung entsprechende Veränderungen darbieten. Dazu kommt, wie aus dem soeben Mitgetheilten hervorgeht, dass erkrankte Lungenabschnitte gegenüber der Staubeinfuhr, Staubabfuhr und Staubretention

sich anders verhalten, wie normale. Die Verhältnisse sind somit sehr complicirte; das wird man bei derartigen Ueberlegungen nicht ausser Acht lassen dürfen.

Aus den obigen Erörterungen geht klar hervor, von welchem Einfluss die Qualität der Staubart und der Staubgehalt der Einathmungsluft ist; es erübrigen somit nur noch einige auf den Einfluss der Individualität bezügliche Bemerkungen. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass gesunde Lungen leichter den Staub wieder herausbefördern, während er in kranken eher und in grösserer Menge zurückgehalten wird. Ausserdem wird mit der Vulnerabilität des Individuum überhaupt und der Lungen insbesondere, sowie mit dem Modus der Respiration, wie er durch individuelle, gewerbliche und andere Verhältnisse bestimmt wird, zu rechnen sein.

5. Accessorische Processe in der Lunge.

Die bisher erörterten Veränderungen der Lunge sind als unmittelbare Folgen der Staubinhalation aufgefasst worden. Es gibt aber noch eine Reihe von acuten und chronischen Processen mit lobulärer und lobärer Ausdehnung, welche mehr oder weniger häufig gleichzeitig mit den durch die Staubinhalationen bedingten Alterationen getroffen werden, deren causale Stellung zu diesen aber fraglich ist; ich möchte sie accessorische nennen.

Zu diesen gehört zunächst die katarrhalische Pneumonie von lobulärer und lobärer Ausdehnung, acutem und chronischem Verlauf. Es wurde oben bereits ausgeführt, dass ein Theil der Thiere an acuten katarrhalischen, lobären und lobulären Pneumonien zu Grunde gegangen ist; auch an menschlichen Staublungen, namentlich Steinhauerlungen, trifft man sehr häufig solche Processe, welche offenbar den Abschluss bedeuten, mit und ohne gleichzeitige chronische derartige Veränderungen. In Verbindung mit den letzteren kommt es dann nicht selten zu diffusen Infiltraten derart, dass die zwischen den Staubherden gelegenen Lungenbezirke gleichmässig luftleer, aber weniger derb und pigmentirt sind. Betreffs der causalen Beziehung der katarrhalischen Pneumonien zu der Staubinhalationen dünkt es mir am wahrscheinlichsten, dass die durch die letztere hervorgerufene Bronchitis die Vermittlerrolle spielt. Nicht selten trifft man zwischen den Staubherden grössere und kleinere, meistens aber lobuläre Abschnitte, welche makroskopisch und mikroskopisch als croupöse Pneumonien sich darstellen und vielleicht causal gleichfalls mit Bronchialaffecten in Beziehung gebracht werden dürfen.

Wesentlich verschieden liegt die Sache bei der infectiösen croupösen Pneumonie, von der ja gleichfalls behauptet worden ist, dass sie bei Staubinhalationen öfter als sonst vorkomme. Vielleicht handelt es sich bei dieser Annahme um eine durch die soeben beschriebenen nicht infectiösen Formen bedingte Verwechselung. Wenn die Thatsache richtig wäre, so könnte man sich ja kaum eine andere Vorstellung als die machen, dass Staublungen solchen Infectionen leichter zugänglich sind oder schwerer von den Infectionsstoffen sich befreien können.

Die wichtigsten accessorischen Erkrankungen sind aber jedenfalls die sogenannten phthisischen Processe, oder vielleicht correcter gesprochen, tuberkulösen Vorgänge; denn die Alterationen, wie sie die Staubinhalation als solche zu erzeugen im Stande ist, können ja auch den Charakter von phthisischen annehmen, wenn sie einhergehend mit Induration und nekrotischer Höhlenbildung eine Verkleinerung der respiratorischen und circulatorischen Oberfläche bewirken, ohne dass tuberkulöse Affecte dabei eine Rolle spielen. Zum Theil mag sich die Verwirrung, welche sich dieser Frage bemächtigt hat, und die Widersprüche, auf die man stösst, daraus erklären, dass man diese Unterscheidung nicht immer festgehalten hat. Es würde daraus zunächst zu folgern sein, dass manche Veränderungen, die man als phthisische den tuberkulösen Processen eingereiht hat, diesen nicht angehören. Auf der anderen Seite sind zweifellos tuberkulöse käsige Infiltrate der Lunge, so z. B. bei Steinhauern, weil sie nicht mit Miliartuberkulose im Virchow'schen Sinn complicirt waren, als solche nicht anerkannt worden. Es lassen sich somit die diesen Gegenstand betreffenden Angaben nur sehr bedingt verwerthen. — Für die Bergmannslunge wird ja angegeben, dass tuberkulöse Erkrankungen sehr selten seien, man hat selbst einen Antagonismus zwischen Anthracose und Tuberkulose aufgerichtet. Es stehen mir in dieser Hinsicht eigene Erfahrungen nicht zu Gebote, aber darauf glaube ich dennoch hinweisen zu dürfen, dass, wenn dem so ist, dieser Antagonismus doch nur darin gefunden werden könnte, dass die in der Lunge deponirten Staubmassen der Verbreitung des tuberkulösen Giftes hinderlich sind, indem sie die Bahnen verlegen. Eine specifische Wirkung der Kohle zu supponiren, ist kaum zulässig. — Bezüglich der Steinhauerlunge will ich hervorheben, dass es einen Procentsatz gibt, in welchem es sich um reine oder mit Anthracosis gemischte indurative Chalicosis handelt, bei einem anderen trifft man zweifellos tuberkulöse Processe und zwar ist er nach

meinen Erfahrungen kein kleiner. Selbstverständlich stützen sich diese auf den Nachweis von Bacillen im Sputum und in den Lungen, sowie auf denjenigen der morphologischen Eigenschaften, welche, wie oben erwähnt wurde, den tuberkulösen Herden zukommen. — Ueber die Prädisposition der Steinhauerlunge zur tuberkulösen Erkrankung — die Richtigkeit einer solchen Annahme vorausgesetzt — könnte man sich aber die Vorstellung machen, dass die Einfuhr, insbesondere aber auch die Abfuhr der durch die Bronchien mit der Respirationsluft eingeschleppten corpusculären Elemente wie beim Russ so auch bei dem tuberkulösen Gift, die erstere durch die bereits bestehenden Veränderungen des Tractus respiratorius begünstigt, die letztere dagegen erschwert werde. Dass die Verschleppung solcher Substanzen ins Lungengewebe hinein bei der Steinhauerlunge unter günstigeren Bedingungen sich vollziehe, ob und inwieweit eine solche Vorstellung zulässig ist, lässt sich vorerst nicht beantworten.

III. Verhalten des inhalirten Staubes in den Bronchialdrüsen der Versuchsthiere.

A) Bahnen und Ablagerungsstellen des Staubes.

Ueber die Bahnen, in welchen der Staub nach den Bronchialdrüsen transportirt wird, ist oben bereits ausführlich berichtet und nachgewiesen worden, mittelst welcher Methoden am sichersten der Staub in den grossen Lymphgefässstämmen vor dem Eintritt dieser in die Bronchialdrüsen wahrgenommen werden kann. Unsere Aufgabe wird zunächst sein zu untersuchen, wie sich der Staub in den Bronchialdrüsen verhält, an welchen Stellen er zuerst abgelagert wird, welche Bahnen und in welcher Zeit er diese zurücklegt.

Des Befundes von Russ in den Bronchialdrüsen hat bereits Knauff[54]) gedacht; er konnte solchen schon nach drei Tagen in denselben nachweisen. Sehr ausführliche Mittheilungen über diesen Gegenstand verdanken wir Ins[50]). Der Transport nach den Drüsen soll ausschliesslich durch die Staubzellen vermittelt werden, da der Staub innerhalb der Bronchialdrüsen an dieselben Zellen gebunden sei, wie in den Alveolen. Ins hat schon nach sechs, reich-

licher nach zwölf Stunden Staub in den Drüsen beobachtet, allerdings nach Insufflationen in die eröffnete Trachea. Den eingeblasenen Zinnober nahm derselbe zuerst in der Rindenschicht wahr, während die Marksubstanz frei war; nach drei Tagen traf er den Zinnober in den Follikularsträngen. Ins zieht daraus den Schluss, dass die inhalirten Staubarten mit grosser Regelmässigkeit und sehr schnell in den Bronchialdrüsen auftreten und zwar überall, wo die Verhältnisse klar liegen, an Zellen gebunden. Beim Hunde machte Ins noch weitere das Zeitliche dieser Invasion betreffende Beobachtungen; er fand nach 39 Stunden Zinnoberkörnchen in gleichmässiger Verbreitung in den Rindenfollikeln, nach 8 und 10 Tagen Staubzellen in mässiger Menge in denselben, nach 18 Tagen reichliche Anhäufungen solcher gegen die Grenze von Rinde und Mark, nach 28 Tagen wenige Staubzellen im Mark, ferner nach 36, 37 und 40 Tagen eine Durchsetzung der Follikel mit solchen; diese erschien am reichlichsten in den inneren Theilen der letzteren und den angrenzenden Abschnitten der Follikularstränge; in den peripheren Theilen der Marksubstanz lagen viele graue Staubzellen; nach 60 Tagen endlich waren die Follikularstränge mit solchen überfüllt. Ein ganz anderes Bild boten die Lymphdrüsen zweier Hunde dar, welche nach zweimonatlicher intensiver Stäubung noch 21 und 78 Tage nach sistirter Inhalation am Leben blieben; der Staub fand sich hier nicht in den Follikeln, sondern nur in den Follikularsträngen des Markes und zwar namentlich in den an die Follikel sich anschliessenden Zonen. Ins gelangt deshalb zu der Vorstellung, dass die Staubeinwanderung in die Bronchialdrüsen im Wesentlichen mit der Sistirung der Inhalation aufhört; es finde kein nennenswerther nachträglicher Transport statt. Ruppert [107]) beobachtete schon nach zwei bis drei Stunden Staub in den Bronchialdrüsen. Bezüglich der Lagerung desselben stimmt er in der Hauptsache mit Ins überein; dagegen hat er unmittelbar nach der Inhalation auch freien nicht an Zellen gebundenen Staub wahrgenommen. Schottelius [110]) verzichtet auf eine Darstellung seiner diesen Gegenstand betreffenden Befunde, weil er im Wesentlichen zu denselben Resultaten wie Ins gekommen ist.

Bei der Darstellung meiner eigenen Beobachtungen will ich von der Beschreibung der wesentlichsten Ablagerungsstellen des Staubes ausgehen. Es sind in dieser Hinsicht zunächst die Lymphsinuse in der Umgebung der Rindenfollikel zu erwähnen. Abgesehen von denjenigen Versuchen, bei welchen die Staubinhalation

sistirt wurde, trifft man immer Staub bald in spärlicher, bald in grösserer oder sehr beträchtlicher Menge in den Lymphräumen an der Aussenseite der Follikel. Der Staub ist theils frei, theils an kleine, selten an grössere Rundzellen gebunden. Was den Befund von freien, nicht in Zellen eingeschlossenen Staubkörnchen anbelangt, so verkenne ich keineswegs die Schwierigkeit des Nachweises und die Quellen der Täuschung durch Staubmassen, welche durch die Präparation erst frei geworden oder von irgend einer anderen Stelle her, an welcher freier Staub vorkommt, verschleppt sein können. Berücksichtigt man aber, dass, wie oben nachgewiesen wurde, freier Staub in den grossen am Lungenhilus gelegenen Lymphgefässstämmen getroffen wird, so wird man solche auch in den Lymphräumen der Drüse erwarten. Dafür spricht überdies die Thatsache, dass bei sehr intensiver Inhalation und in den früheren Perioden derselben mehr freier Staub namentlich in den Lymphräumen an der Aussenseite der Rindenfollikel vorhanden zu sein pflegt, während später die Staubmassen zum grössten Theil in Zellen eingeschlossen sind; es hat also eine Aufnahme von Staub in solche zweifellos auch in der Drüse selbst statt. Ich kann deshalb Ins[50]) nicht beistimmen, welcher sich den Transport nach den Lymphdrüsen ausschliesslich durch Zellen vermittelt denkt und von der Vorstellung ausgeht, dass der Staub nur in dieser Form und nur von Zellen getragen in die Lymphdrüsen gelange. —

Eine zweite Stelle, an welcher der Staub immer und zwar in beträchtlich grösserer Menge getroffen wird, als an der bisher erwähnten, ist die innere Seite der Follikel (Taf. III Fig. 12, 13 und 14). Er kommt auch hier frei und in Zellen eingeschlossen vor, ausserdem aber in Form grosser, rundlicher und länglicher, sehr häufig scharf begrenzter Haufen, welche ihrem ganzen Aussehen nach sehr an die Staubansammlungen erinnern, welche in den Lymphknötchen der Lunge oben beschrieben worden sind. Meine nächste Vermuthung war, dass es sich um ältere Pigmentansammlungen, welche nicht mit der Staubinhalation in causalem Zusammenhange stehen, handle. Der Befund ebensolcher Anhäufungen bei den Ultramarininhalationen belehrte mich aber, dass dies Staubmassen sind, welche bei diesen Versuchen in die Bronchialdrüsen eingeführt wurden. Was die Deutung dieser Anhäufungen anbelangt, so scheint es mir in Anbetracht der Aehnlichkeit derselben mit denjenigen in den pulmonalen Lymphknötchen am wahrscheinlichsten, dass es sich um grössere mit Staubmassen erfüllte Lymphräume, welche an der Innenseite

der Follikel gelegen sind, handelt. Manche derselben mögen auch Staubanhäufungen in dem inneren Grenzsinus entsprechen, wie er früher von FREY [182]), neuerdings von CHIEVITZ [168]) beschrieben worden ist.

Was das Verhalten des Staubes in den Follikeln selbst anbelangt, so ist derselbe, wenigstens in den früheren Perioden an der Peripherie der Follikel abgelagert und zwar an der inneren Seite fast immer mehr als an der äusseren. Die mittleren Theile habe ich meistens staubfrei gefunden, nur nach sehr langer Inhalation pflegt der Staub weiter gegen das Centrum vorgerückt zu sein. Vorausgesetzt, dass die Angabe FLEMMING's [180]), der zufolge vorwiegend die mittleren Abschnitte der Follikel der regeneratorischen Neubildung von Lymphzellen unter normalen Verhältnissen dienen sollen, sich bestätigt, wäre deren Widerstand gegen die Staubinvasion eine sehr bemerkenswerthe Thatsache. Der Staub ist in den Follikeln gewöhnlich aber nicht ausschliesslich an kleine Rundzellen gebunden; bei grösserem Staubgehalt der Follikel trifft man Staub in spindel- und sternförmigen, wahrscheinlich dem Reticulum angehörigen Zellen.

In besonders grosser Menge kommt der Staub allerdings erst einige Zeit nach begonnener Inhalation in den Follikularsträngen (Taf. III Fig. 12 und 14) und zwar in den an die Follikel angrenzenden Abschnitten zum Theil in kleine zum Theil in grössere Rundzellen eingeschlossen vor. Es kann die Staubanhäufung eine so beträchtliche sein, dass die Staubzellen zahlreicher werden als die lymphoiden staubfreien Zellen, bis diese endlich nur noch vereinzelt getroffen werden. Der Staubgehalt nimmt in den Follikularsträngen im Allgemeinen in der Richtung gegen die Mitte, beziehungsweise gegen den sogenannten Hilus der Drüsen und zwar in ziemlich allmählicher Abstufung ab. Die centralen Abschnitte der Follikularstränge sind selbst nach sehr langer und intensiver Inhalation staubfrei oder nur von vereinzelten Staubzellen durchsetzt. In den Lymphgängen, welche die peripheren Abschnitte der Follikularstränge umgeben, habe ich nach langer und intensiver Verstäubung Staubzellen in ziemlicher Menge gefunden; dieselben waren gross und von unregelmässig rundlicher Form. In der Richtung gegen die Mitte werden sie in den Lymphgängen spärlicher und schliesslich fehlen sie ganz. Ueber den Staubgehalt der Lymphgänge ist es, wenn die Staubzellen wie in den centralen Abschnitten spärlich sind, nicht ganz leicht sich ein Urtheil zu bilden; auch bei

der vorsichtigsten Behandlung, selbst wenn man den Präparaten durch Einbetten in Celloidin eine bessere Cohärenz verleiht, können von den in den Follikularsträngen gelegenen Staubzellen einige durch die mit den Schnitten vorzunehmenden Manipulationen in die umgebenden Lymphgänge verschoben werden. So viel steht jedenfalls fest, dass die centralen Lymphgänge meistens ganz staubfrei sind oder nur vereinzelte Staubzellen enthalten.

In den Vasis efferentibus habe ich Staub nicht nachweisen können. Sehr häufig trifft man bei solchen Staubversuchen, wie das schon Ins erwähnt und ich aus reicher Erfahrung bestätigen kann, neben dem Staub gelbes Pigment in Form von Körnern und grösseren Kugeln, frei oder an Zellen gebunden. Die Vertheilung dieses Pigmentes ist im Wesentlichen dieselbe wie beim Staub. Am massenhaftesten findet man dasselbe zum Theil gemischt mit Staub an der inneren Seite der Follikel zuweilen grosse Haufen bildend, ferner in den Follikularsträngen und zwar gleichfalls in einer gegen die Mitte abnehmenden Häufigkeit. Einen sehr wesentlichen Unterschied zeigen die in Rede stehenden Pigmente in ihrem Verhalten zu den Lymphgängen. Während der Staub in den centralen Abschnitten dieser ganz vermisst wird oder nur spärlich vorkommt, war deren Gehalt an gelbem Pigment nicht selten ein reichlicher. Auch die Anordnung ist eine verschiedene; die in den Lymphgängen gelegenen Staubzellen sind mehr rundlich, das gelbe Pigment ist gewöhnlich in sternförmigen und verästigten Zellen enthalten.

B) Einfluss der Versuchsdauer auf die Staubvertheilung.

1. Bei nicht sistirter Inhalation.

Sehr bemerkenswerthe Thatsachen ergeben sich aus den oben berichteten Versuchen betreffs der Zeit, in welcher der Staub zu den Drüsen gelangt und in die verschiedenen Abschnitte derselben vorrückt. Schon nach drei Stunden habe ich den Staub bei den Ultramarininhalationen in den an der Aussenseite der Follikel gelegenen Lymphräumen nachweisen können. Es stimmen in dieser Hinsicht meine Beobachtungen vollständig mit denjenigen von Ins[50]) und Ruppert[107]) überein. Dieses Resultat ist um so bemerkenswerther, als es bei nicht tracheotomirten Thieren gewonnen wurde. Gegen die Verwerthbarkeit der Mittheilungen von Ins und Ruppert für die Beurtheilung des kürzesten Termines, innerhalb dessen

der Staub nach den Bronchialdrüsen gelangen kann, hätte man allenfalls die Einwendung machen können, dass die Bedingungen den bei der Staubinhalation obwaltenden nicht entsprechen. — Die Frist von drei Stunden ist zwar die kürzeste, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte. Selbstverständlich ist damit aber nicht gesagt, dass die Staubmassen nicht schon nach sehr viel kürzerer Zeit in den Bronchialdrüsen angelangt sein können; ja ich bin der Ueberzeugung, dass dies der Fall ist, und erblicke in dieser Thatsache der raschen Beförderung eine weitere Schwierigkeit für die Anschauung, dass aller Staub nur vermittelst der Zellen dahin befördert werden soll; aber den Beweis dafür zu liefern, dass der Staub in noch kürzerer Zeit diesen Weg zurücklegen könne, ist deshalb an nicht tracheotomirten Thieren sehr schwierig, weil auch bei sehr dichter Staubatmosphäre ein grosser Theil des Staubes auf seinem Wege zurückgehalten wird.

An der inneren Seite der Follikel konnten spärliche Staubansammlungen schon nach 6 Stunden, grössere Staubanhäufungen bereits nach 18 Stunden nachgewiesen werden. Der Staub tritt somit früher an der äusseren Seite der Follikel auf, sammelt sich aber am massenhaftesten an der inneren Seite derselben an. Selbstverständlich darf daraus nicht geschlossen werden, dass aller Staub von der äusseren erst nach der inneren Seite gelange und dort sich anhäufe; denn es ist ebensogut möglich, dass ein Theil desselben direct an die Innenseite der Follikel befördert werde. Den Grund der Staubretention an dieser Stelle bin ich nicht im Stande anzugeben. Auffallend ist die scharfe Begrenzung der Staubhaufen durch ein membranartiges Gebilde, weil bekanntlich die zuführenden Lymphgefässe ihre Wandung beim Durchtritt durch die Kapsel der Lymphdrüse einbüssen; vielleicht behalten einzelne Gefässe ihre Selbständigkeit länger bei und wird der Staub an den Uebergangsstellen derselben in den Lymphsinus zurückgehalten. In den Arbeiten von His[194]), Frey[182]) und Chievitz[168]) habe ich allerdings Anhaltspunkte für ein solches Vorkommniss nicht finden können.

Sieht man von den eben geschilderten Staubanhäufungen an der inneren Seite der Follikel, welche ich dem Mitgetheilten zufolge als perifollikuläre auffasse, ab, dann sind die Staubablagerungen in der Substanz des Follikels während der ersten zwei Tage spärlich und unregelmässig; erst nach dieser Zeit werden sie etwas gesetzmässiger in ihrer Anordnung. Vom vierten Tage an nimmt die Staubinfiltration des Follikels stetig zu und zwar in der Richtung gegen

dessen Mitte. Die Staubvertheilung im Follikel ist eine ungleiche; gewöhnlich führen die an die inneren Staubanhäufungen angrenzenden Abschnitte mehr Staub, als die an die äusseren staubärmeren Lymphräume anstossenden. Im Centrum des Follikels werden die Staubkörnchen erst vom zwanzigsten Tage an etwas zahlreicher; es kommt aber fast nie zu einer dichteren Füllung der centralen Abschnitte; wenigstens habe ich bei Kaninchen nach mehr als einjähriger Inhalation den Staub hauptsächlich perfollikulär in Form von grossen, rundlichen und länglichen Haufen abgelagert gefunden, während die Follikel nur wenig Staub und zwar in einer gegen die Mitte abnehmenden Weise führten.

Bemerken will ich noch, dass ein Staubgehalt der Follikel vorgetäuscht werden kann, wenn die wirklich staubreichen peripheren Abschnitte derselben vom Schnitt getroffen werden. Dazu kommt, dass in Folge zunehmender perifollikulärer Staubanhäufung die Architektur der Drüse verwischt werden kann, indem die Follikel atrophiren; die sehr stark mit Staub überfüllten Anfänge der Follikularstränge werden dann leicht für Follikel angesehen. Beim Hunde verhält sich die follikuläre Staubablagerung insofern etwas anders, als die Staubanhäufung in der Umgebung der Follikel und in den peripheren Abschnitten derselben sich mehr entsprechen; es ist zwischen den Zellreihen, welche eine eigenthümliche lamelläre Anordnung an der Peripherie der Follikel zeigen, viel Staub und zwar gleichfalls mehr an der inneren Seite als an der äusseren abgelagert. Das Centrum der Follikel führt beim Hund Staub in grösserer Menge als beim Kaninchen; doch habe ich auch beim Hund nach jahrelanger Stäubung Follikel getroffen, deren Centra nur sehr wenig Staub enthielten.

In den Follikularsträngen wurde Staub schon nach 18 Stunden gefunden, aber nur in unmittelbarem Anschluss an die Staubmassen, welche an der Innenseite der Follikel gelegen sind. Der Staub dringt von da aus zwischen die Zellreihen der Follikularstränge ein. In grösserer Menge trifft man den Staub in diesen vom siebenten Tage an; es nimmt dann der Staubgehalt, nach innen hin immer mehr fortschreitend, continuirlich zu. Dieses Vorrücken vollzieht sich in den Follikularsträngen offenbar in einer sehr langsamen Weise; denn erst nach vier Monaten wird das äussere Dritttheil derselben überschritten und nach fünf bis sechs Monaten die innere Grenze des zweiten Dritttheils erreicht; die innersten Abschnitte der Follikularstränge habe ich selbst nach sehr langer Inhalation

staubfrei oder nur vereinzelte Staubzellen führend getroffen (Taf. III Fig. 12, 13 u. 14).

Noch langsamer rückt der Staub in den Lymphgängen vor. Nach drei bis vier Wochen konnten nur vereinzelte, nach sechs bis acht Wochen etwas mehr Staubzellen in den Lymphgängen, welche zwischen den peripheren Follikularsträngen lagen, nachgewiesen werden. Nach drei Monaten pflegen dieselben ziemlich viel Staub zu führen, während die dem mittleren Dritttheil der Follikularstränge entsprechenden Lymphgänge nur einzelne Staubzellen enthalten; nach fünf bis sechs Monaten wird der Staubgehalt dieser gleichfalls etwas beträchtlicher. In den centralen Lymphgängen habe ich selbst nach vielen Monaten nur hier und da Staubzellen beobachtet, deren ursprüngliche Lagerung an dieser Stelle überdies als zweifelhaft zugegeben werden musste.

Bei Kaninchen und Hunden ist nach sehr langer Staubinhalation eine Ansammlung von Staub ausserhalb der Kapsel der Bronchialdrüsen, aber in unmittelbarem Anschluss an diese beobachtet worden. Zwischen den Fettzellen finden sich einzelne Körner oder Reihen solcher. Bei hochgradiger Staubablagerung an diesen Stellen kommt es zur Bildung vollständiger, meistens schmaler, manchmal aber ziemlich breiter Züge, welche zwischen den Fettzellen liegen und diese etwas zu comprimiren scheinen; dieselben hängen nicht selten unter einander zusammen oder zeigen geradezu eine netzförmige Anordnung; die Maschen dieses Netzes nehmen dann die Fettzellen ein. Diese Füllung der Saftbahnen im Fett scheint aber erst dann zu Stande zu kommen, wenn die Staubzufuhr zu den Drüsen in Folge einer Ueberfüllung dieser erschwert ist. Wenigstens habe ich in früheren Perioden niemals eine derartige Staubablagerung in dem zwischen den Bronchialdrüsen gelegenen Fett wahrgenommen.

Nach dem, was über die Vertheilung des Staubes, namentlich auch über das Zeitliche dieser in den obigen Zeilen mitgetheilt worden ist, muss man sich wohl die Vorstellung machen, dass der Staub, welcher durch die Vasa afferentia zugeführt wird, zunächst von da aus in die perifollikulären Lymphräume gelange. Der Befund von grösseren Staubmengen gerade in der frühesten Periode weist meines Erachtens klar darauf hin. Die Staubanhäufung an der inneren der Marksubstanz zugewendeten Seite der Follikel, welche gleichfalls sehr frühzeitig wahrgenommen wird, ist in zweifacher Weise zu deuten. Man kann sich vorstellen, dass der Staub von

dem äusseren Lymphraum aus sehr rasch nach der inneren Seite abgeführt wird, oder aber es findet durch einzelne tiefer sich einsenkende Gefässe eine directe Zufuhr von Staub nach dieser Stelle hin statt; jedenfalls wird der Staub daselbst mehr oder weniger lange zurückgehalten und muss eine diesem Zweck entsprechende Einrichtung der Lymphbahn angenommen werden. Dass die Staubmassen ausschliesslich von aussen her durch die Substanz der Follikel hindurch nach deren inneren Seite gelangen, ist möglich, aber aus der Staubvertheilung in diesen nicht mit Sicherheit zu erschliessen. Es könnte der Staub auch von aussen, namentlich aber von innen her aus den daselbst gelegenen Lymphräumen erst nachträglich in die Substanz der Follikel eingedrungen sein. Dafür liesse sich geltend machen, dass die Follikel in der frühesten Periode der Inhalation wenig Staub führen und dass erst später und ziemlich gleichzeitig mit dem Auftreten des Staubes in den Follikularsträngen der Staubgehalt der Follikel etwas ausgiebiger wird. Würde der Staub ausschliesslich von der Aussenseite der Follikel durch deren Substanz hindurch nach innen vorrücken, so müsste man eine andere Anordnung desselben erwarten, insbesondere wäre dann das Freibleiben des Centrums der Follikel von Staub für so lange Zeit, wie dies oben nachgewiesen wurde, schwer verständlich.

Von der inneren Seite der Follikel gelangt der Staub ziemlich rasch in die Anfänge der Follikularstränge, in denen er aber offenbar sehr langsam vorschreitet; auch die Invasion in die Lymphgänge erfolgt erst nach längerer Zeit und es ist ihr Staubgehalt immer, verglichen mit dem der Follikularstränge, ein spärlicher. Selbst nach sehr langer Staubinhalation sind die im Sinne der Bahn des Lymphstromes von der Peripherie am weitesten entfernten Abschnitte der Follikularstränge und Lymphgänge staubfrei oder nur wenige Staubzellen enthaltend gefunden worden, während in der Richtung nach aussen hin der Staubgehalt der Follikularstränge und Lymphgänge stetig zunahm.

Ein Uebergang des Staubes in die Vasa efferentia oder eine Umgehung der Drüsen auf collateralen Bahnen habe ich nicht beobachtet; dass damit solche Vorkommnisse nicht als unmöglich ausgegeben werden sollen, ist selbstverständlich.

Es erübrigen noch einige Bemerkungen über die Mittel des Transportes des Staubes nach und in den Bronchialdrüsen. Es ist oben darauf hingewiesen worden, dass der Befund von Staub, welcher nicht an Zellen gebunden ist, in den Vasa afferentia und

den grossen Lymphgefässstämmen des Lungenhilus die Möglichkeit des Transportes desselben in dieser Form und ohne Vermittlung von Zellen beweise. In demselben Sinne liesse sich auch der Befund von nicht in Zellen eingeschlossenem Staub innerhalb der perifollikulären Lymphräume verwerthen; der Staub kann offenbar als solcher an diese Stellen gelangen. Innerhalb der Follikel ist der Staub meistens an kleine Rundzellen gebunden, desgleichen in den Follikularsträngen; nur sind die Staubzellen hier meistens etwas grösser. Ob der nicht an Zellen gebundene Staub, wie er in den Follikularsträngen und Lymphgängen immer vorkommt, erst durch die Präparation aus Zellen befreit ist oder nicht, wage ich nicht zu entscheiden. — Berücksichtigt man die oben geschilderte Gesetzmässigkeit in der Vertheilung und dem Vorrücken des Staubes, so wird man einräumen müssen, dass diese viel mehr auf den durch die Drüsen hindurchgehenden Lymphstrom, als auf eine Vermittlung von Wanderzellen hinweisen; würde der Transport ausschliesslich durch Wanderzellen vermittelt, dann müsste eine grössere Unregelmässigkeit in der Anordnung des Staubes an und für sich und in den verschiedenen Perioden der Staubablagerung insbesondere erwartet werden.

Dass ein grosser Theil des Staubes in den Lymphdrüsen aufgehalten wird, ist sicher, ob und wie viel in die Vasa efferentia hineingelangt, ob ferner eine Umgehung einzelner Lymphdrüsen möglich ist, kann ich nicht entscheiden. Der Befund von staubführenden Drüsen am Hals und in der Umgebung der Luftröhre lässt, wie später erörtert werden soll, einen bestimmten Schluss in diesen Hinsichten nicht zu.

2. Bei Sistirung der Inhalation.

Es wurde oben erwähnt, dass nach der Ansicht von Ins mit der Sistirung der Inhalation die Staubzufuhr nach den Bronchialdrüsen aufhören soll. Ist diese Angabe richtig, dann muss in solchen Fällen der Staub der Dauer des Versuches entsprechend nach innen vorgerückt sein, während die peripheren Abschnitte mehr oder weniger von Staub befreit sind. — Diese Erwartung trifft bezüglich der Anordnung des Staubes in den mittleren, nicht aber in den peripheren Abschnitten der Drüsen zu (vgl. Tabelle X). In den peripheren Theilen der Follikularstränge und an der Innenseite der Follikel trifft man noch sehr lange Zeit nach Unterbrechung der Inhalation aus-

Tabelle X.

Uebersicht über die Staubvertheilung in den Bronchialdrüsen bei den Versuchen mit Sistirung der Inhalation.

Versuchs-nummer	Staubart	Inhalations-dauer	Dauer der Sistirung	Versuchs-dauer	Befund in den Bronchialdrüsen
39	Smirgel	8 Tage	2 Tage	10 Tage	Spärliche Staubkörner u. Staubzellen an der Aussenseite der Follikel, mehr an der Innenseite derselben, in den peripheren Abschnitten dieser sowie in den Anfängen der Follikularstränge.
99	Russ	27 Tage	2 Tage	29 Tage	Wenige Staubzellen an d. Aussenseite der Follikel, viele an deren Innenseite und in den Anfängen der Follikularstränge.
87	Ultra-marin	31 Tage	5 Tage	36 Tage	An der Aussenseite der Follikel vereinzelte Staubzellen, dagegen Staubhaufen an der Innenseite; Staub in den Anfängen der Follikularstränge.
100	Russ	27 Tage	8 Tage	35 Tage	Vereinzelte Staubzellen an der Aussenseite, zahlreiche an der Innenseite der Follikel und in den Anfängen der Follikularstränge.
86	Ultra-marin	31 Tage	10 Tage	41 Tage	Derselbe Befund wie bei 87.
82	Ultra-marin	31 Tage	15 Tage	46 Tage	Die Vertheilung des Staubes im Wesentlichen dieselbe wie bei 87.
96	Russ	27 Tage	20 Tage	47 Tage	Wenige Staubzellen an d. Aussenseite der Follikel, viele an der Innenseite und in den peripheren Abschnitten der Follikularstränge; spärliche in d. angrenzenden Lymphgängen.
85	Ultra-marin	31 Tage	31 Tage	62 Tage	Vertheilung des Staubes in den Rindenschichten wie bei 87; in den Follikularsträngen ist der Staub weiter gegen die Mitte vorgedrungen.
31	Smirgel	20 Tage	41 Tage	61 Tage	Viele Staubzellen an der Aussenseite der Follikel, an der Innenseite rundliche Haufen; Staubzellen in den Follikularsträngen und den umgebenden Lymphgängen.
84	Ultra-marin	31 Tage	61 Tage	92 Tage	An der Aussenseite der Follikel vereinzelte Staubzellen, an der Innenseite grosse Haufen solcher, auch die Follikularstränge führen Staub in ziemlicher Menge.
97	Russ	27 Tage	90 Tage	117 Tage	An der Aussenseite der Follikel spärliche Staubzellen, an der Innenseite grosse Staubanhäufungen; viel Staub in den peripheren Abschnitten der Follikularstränge und den angrenzenden Lymphgängen; gegen die Mitte nimmt der Staubgehalt ab.

Versuchs-nummer	Staubart	Inhalations-dauer	Dauer der Sistirung	Versuchs-dauer	Befund in den Bronchialdrüsen
80	Ultra-marin	31 Tage	120 Tage	151 Tage	Derselbe Befund wie bei 100; nur ist der Staub in den Follikular-strängen weiter vorgerückt; die cen-tralen Abschnitte derselben noch frei.
101	Russ	27 Tage	135 Tage	162 Tage	Spärliche Staubzellen an d. Aussen-seite der Follikel, viel Staub an der inneren Seite dieser und in den Follikularsträngen, in diesen weit vorgerückt; Centrum frei.
27	Smirgel	417 Tage	156 Tage	573 Tage	Wenige Staubzellen an der äusse-ren Seite der Follikel, grosse An-häufungen an der Innenseite der-selben; in den Follikularsträngen ist der Staub ziemlich weit vorge-drungen, die Lymphgänge enthalten gleichfalls Staub.
32	Smirgel	378 Tage	157 Tage	535 Tage	Mässig viele Staubzellen an der äusseren Seite der Follikel, grosse Anhäufungen innen; Staub in den Follikularsträngen gegen die Mitte hin abnehmend, mässig viel Staub in den Lymphgängen.
102	Russ	27 Tage	180 Tage	207 Tage	Sehr vereinzelte Staubzellen an der Aussenseite der Follikel, viel Staub an der Innenseite derselben und in den Follikularsträngen, in den Lymphgängen wenig Staub; Centrum frei.
79	Ultra-marin	31 Tage	221 Tage	252 Tage	Der Befund in den perifollikulä-ren Lymphräumen und in den Fol-likularsträngen im Wesentlichen der-selbe, in den Lymphgängen nur wenig Staub.
19	Smirgel	43 Tage	287 Tage	330 Tage	Ziemlich viel Staub an der äusse-ren, sehr viel Staub an der inneren Seite der Follikel; Staub in den Follikularsträngen weit gegen die Mitte vorgedrungen; in den Lymph-gängen Staubzellen.

giebige Staubanhäufungen. Daraus wird man vielleicht zunächst nur zu schliessen geneigt sein, dass ein Theil des Staubes sehr lange an diesen Stellen zurückgehalten wird oder vielleicht dauernd liegen bleibt. Diese Erklärung ist aber auf den Befund von Staub in den äusseren perifollikulären Räumen nicht anwendbar. Dieser, sowie der Staubgehalt der peripheren Abschnitte der Follikularstränge, weist meines Erachtens in bestimmter Weise darauf hin, dass auch noch nach Sistirung der Inhalation und zwar noch ziemlich lange Zeit nachher eine Staubzufuhr zu den Bronchialdrüsen von den

Lungen aus erfolgt. Ich kann deshalb nicht zugeben, dass mit Sistirung der Inhalation der Transport von Staub nach den Drüsen aufhört.

Was das Verhalten der Follikel anbelangt, so hat sich nach sehr langer Zeit noch Staub in ihnen gefunden, aber in sehr spärlicher Menge. Eine eigentliche Staubretention scheint somit in ihnen nicht stattzufinden, jedenfalls nicht eine stärkere Aufspeicherung; denn sie sind bei sehr langer Inhalationsdauer verhältnissmässig wenig staubführend und heben sich schon bei makroskopischer Betrachtung von der mit Staub überfüllten Marksubstanz ab.

Die geschilderten Verhältnisse der Staubablagerung in den Bronchialdrüsen sind in mehrfacher Hinsicht von Interesse; sie lassen Schlüsse zu nicht nur über die Bahnen, innerhalb deren der Staub vorrückt, sondern auch betreffs des Termines, in welchem sich dies vollzieht; ein Einblick in diese Vorgänge ist aber um so schätzenswerther, als wir über dieselben an anderen Lymphdrüsen so gut wie gar nicht unterrichtet sind. Bezüglich der Bahnen sind wir zu dem Resultat gelangt, dass der Staub mit dem Lymphstrom theils frei, theils an Zellen gebunden durch die Vasa afferentia den perifollikulären Lymphräumen zugeführt wird, um von da aus einerseits in die Follikel, andererseits in die Follikularstränge vorzudringen. Während der Staub sehr frühzeitig in den perifollikulären Lymphräumen auftritt, dringt er schon langsamer in die Follikel und Follikularstränge ein; sein von der Peripherie nach dem Centrum fortschreitendes Vorrücken in den letzteren, sowie sein Uebertritt in die Lymphgänge nimmt eine sehr lange Zeit in Anspruch. Aus dem Befunde von spärlichem Staub in den centralen Abschnitten der Follikularstränge und Lymphgänge auch bei beträchtlicher Dauer der Staubinhalation darf geschlossen werden, dass jede Drüse einen grossen Theil des ihr zugeführten Staubes für sehr lange Zeit zurückzuhalten vermag; ob sie überhaupt für Staub undurchlässig ist, lässt sich an der Drüse als solcher nicht feststellen; in den Vasis efferentibus ist es nicht gelungen Staub nachzuweisen.

Noch in einer anderen Beziehung haben uns die berichteten Versuche ein bemerkenswerthes Resultat ergeben. Es geht aus denselben hervor, dass auch nach der Sistirung der Inhalation Staub

den Bronchialdrüsen zugeführt wird. Zum Theil ist also die unter solchen Verhältnissen sich vollziehende Entlastung der Lunge von Staub, wie sie oben geschildert wurde, auf diesen Vorgang zu beziehen.

Es ist wiederholt darauf aufmerksam gemacht worden, dass bei Inhalationsversuchen neben Staub gelbes, zweifellos hämatogenes Pigment gefunden wird. Die Anordnung beider ist im Wesentlichen dieselbe; auch der gelbe Farbstoff wird am massenhaftesten zunächst an der Innenseite der Follikel, nicht selten gemengt mit Staub angetroffen, während die an der Aussenseite der Follikel gelegenen Lymphräume, sowie die Follikel selbst nur wenig gelben Farbstoff zu führen pflegen. In den Follikularsträngen ist das Verhalten der beiden oft in dieselben Zellen eingeschlossenen Pigmente das gleiche. Wesentliche Unterschiede ergeben sich dagegen bezüglich der Anordnung der beiden Pigmente in den Lymphgängen, welche sich mit dem gelben Farbstoffe in ausgedehnterem Maasse und bis in die centralen Abschnitte hinein gefüllt zeigten, während, wie bemerkt, der Staub an diese Stellen überhaupt nicht vordringt oder daselbst nur vereinzelt vorkommt.

C) Folgen der Staubinhalation in den Bronchialdrüsen der Versuchsthiere.

Die Folgen der Staubinhalation sind verschiedener Art. Zunächst kann durch die Staubablagerung als solche eine Veränderung der Architektur zu Stande kommen. Die Follikel werden durch die an ihrer Innenseite angehäuften Staubmassen etwas unregelmässiger in ihrer Gestalt, ja sie scheinen endlich kleiner und spärlicher zu werden; wenigstens ist nach langer Staubinhalation die follikelführende Rindenschichte bedeutend verschmälert und die Abgrenzung der Follikel weniger deutlich. Viel beträchtlicher ist die Veränderung der Architektur in der Marksubstanz. Die Follikularstränge werden der Intensität der Staubablagerung gemäss breiter und die sie umgebenden Lymphgänge in demselben Maasse schmäler; besonders auffallend ist diese Compression der Lymphgänge in den peripheren Abschnitten; zuweilen sind diese überhaupt nicht zu erkennen und die Drüsensubstanz zeigt dann ein mehr gleichartiges Aussehen. In der Richtung gegen die Mitte der Drüse pflegt die Architektur wieder deutlicher zu werden.

Ausser diesen Veränderungen, welche sich auf die Architektur beziehen, zeigen die Drüsen solche, welche der Structur gelten. Die Bronchialdrüsen erscheinen fast immer, manchmal schon wenige Tage nach dem Beginn der Staubinhalation mehr oder weniger vergrössert. Die Follikel sind umfangreicher, wie es scheint, in Folge einer Zunahme der zelligen Elemente; wenigstens trifft man zahlreiche indirecte Kerntheilungsfiguren, wie ich [152 u. 154]) sie früher schon bei der acuten und chronischen Hyperplasie der Lymphdrüsen beschrieben habe, und zwar nicht nur im Centrum der Follikel, sondern auch in den peripheren Abschnitten; unter pathologischen Verhältnissen vollzieht sich demnach die Neubildung nicht vorwiegend in den centralen Theilen, wie dies Flemming [180]) für die physiologische Regeneration geltend gemacht hat. — Die perifollikulären Lymphräume enthalten gleichfalls viele Zellen oder sind mit solchen vollgestopft; man trifft sowohl kleine Rundzellen, als grössere helle, etwas platte Zellen, bald überwiegt die eine, bald die andere Form. In den Follikularsträngen kommt es gleichfalls zur Neubildung von lymphoiden Zellen; dieselben werden breiter und rücken sich näher, während die dazwischen gelegenen Lymphgänge sich verschmälern; es können diese Vorgänge zu einer Aenderung der Architektur Veranlassung geben, indem die Drüse in diesem Abschnitt ein mehr gleichartiges Aussehen annimmt. Verwischt sich die Grenze der Follikel gegen die inneren Lymphräume und angrenzenden Follikularstränge, so kann die Rindenschichte aus gleichmässig angeordnetem lymphatischem Gewebe zusammengesetzt erscheinen. Die Lymphgänge enthalten zuweilen gleichfalls spärliche oder zahlreiche helle, grosse Zellen; kurz sie bieten Zustände dar, die man als katarrhalische bezeichnet hat. Es reagiren also die Lymphdrüsen in ganz bestimmter und regelmässiger Weise auf die Staubeinfuhr, welche die geschilderten Veränderungen in einem der Masse des abgelagerten Staubes entsprechenden Grade auslöst.

In späterer Zeit kommen zwar auch noch solche hyperplastischen Zustände vor; sie sind aber weniger auffallend, weil neben ihnen eigenthümliche atrophische Processe herlaufen. Es wurde oben bereits erwähnt, dass die Follikel zuweilen kleiner und, wie es scheint, auch weniger zahlreich werden. Die Follikularstränge erfahren gleichfalls, trotz der Staubablagerung, eine Verschmälerung, welche sich aus einer Abnahme der zelligen Elemente erklärt; der Atrophie der Lymphgänge ist bereits oben gedacht worden. Diese Structurveränderungen äussern sich makroskopisch durch eine Verkleinerung der

Drüsen, welche aber viel weniger auffallend ist, als die Abnahme der Consistenz. Die Drüsen werden eigenthümlich weich und sind so wenig zusammenhängend, dass sie nur nach Durchtränkung mit Celloidin geschnitten werden können. An den frischen Drüsen ergiesst sich auf die Schnittfläche ein trüber viel Staub führender Saft; bei leichtem Druck zerfällt das ganze Gewebe, als ob tiefgreifende mit Nekrose abschliessende Ernährungsstörungen vorhanden wären; in der That färbt sich das Gewebe trotz vorzüglicher Conservirung mangelhaft. — In anderen Fällen, namentlich bei Hunden, kommt es zu mehr indurativen Vorgängen; das Reticulum der Drüsen erscheint verbreitert, die spindelförmigen und sternförmigen Zellen werden deutlicher, während die Zahl der lymphoiden Elemente abnimmt. Hochgradigere Hyperplasien des Reticulum und ausgedehntere Bindegewebsneubildungen habe ich bei meinen Versuchen in den Bronchialdrüsen nicht beobachtet.

IV. Verhalten des inhalirten Staubes in den menschlichen Bronchialdrüsen.

A) Bahnen und Ablagerungsstellen des Staubes.

Ueber die Staubablagerungen in den menschlichen Bronchialdrüsen liegen zahlreiche Mittheilungen vor. Die meisten derselben beziehen sich auf das Vorkommen des schwarzen Pigmentes, welches in den älteren Arbeiten seinem Ursprung nach, der damals herrschenden Auffassung gemäss, als hämatogenes betrachtet wird, während in den neueren diesen Gegenstand behandelnden Publikationen dieser Zustand der Drüsen als Anthracose bezeichnet wird. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die Mitteilungen von Loeper[67]), Grohe[42]), Billroth[7 u. 8]), Rebsamen[95]), Förster[29]), Koschlakoff[55]), Virchow[127 u. 130]), Liouville[66]), Rindfleisch[99]), Eternod[25]), Oekonomides[80]), Birch-Hirchfeld[9]), Orth[82]) u. A.

Ueber den Kieselgehalt der Bronchialdrüsen sind wir durch die chemischen Untersuchungen von Kussmaul[59]), Meinel[73]), Immermann[49]), Eternod[25]) u. A. unterrichtet.

Bezüglich der Ablagerungsstellen des Staubes sind die Angaben keineswegs gleichlautend, auch die Vorstellungen über die Bahnen

des Staubes scheinen verschieden zu sein. Nachdem REBSAMEN[95]) auf die Regellosigkeit in der Anordnung des schwarzen Pigmentes hingewiesen hat, hebt er hervor, dass im Allgemeinen die Markmasse früher als die Rindensubstanz, Septen und Hüllen früher als Alveolen und Umhüllungsräume der Melaninablagerung anheimfallen. Bei Individuen mit beträchtlicher Melanose seien freilich alle Drüsen in höherem oder geringerem Grade diesem Process unterworfen; doch treffe man mitten unter melanotischen Bronchialknoten einen oder den anderen in pigmentlosem Zustande. Trotz der Unregelmässigkeit in der Pigmentvertheilung im Allgemeinen erkenne man doch in bestimmten Drüsentheilen, in welchen das Pigment abgelagert sei, constant wiederkehrende Typen der Anordnung. In der Rindensubstanz finde man am häufigsten Kapsel und Septen im Zustande der Melanose, seltener die Alveolen; es falle dann der alveoläre Bau der Rindensubstanz noch mehr auf als sonst. Wenn auch in den Alveolen Staub abgelagert sei, so werden davon gewöhnlich nur die peripheren Partien des follikulären Zellennetzes, weniger die centralen Theile betroffen. In einem Falle freilich erschien die Rindensubstanz in ihrer ganzen Dicke mit sehr feinkörnigem Farbstoff so dicht durchsetzt, dass man den Bau der Lymphdrüse nur noch aus der homocentrischen Anordnung einiger intensiv gefärbter Pigmentringe an den Stellen, wo früher die Alveolen lagen, erkennen konnte. Auch die Anordnung in der Markmasse ist eine typische, sie schliesst sich nach REBSAMEN[95]) eng dem Verlauf der Blutgefässe und Lymphröhren an. Die Pigmentmassen lagern sich der Wand der letzteren an; in weniger vorgeschrittenen Fällen sieht man daher auf Querschnitten noch das Lumen der Röhre von einem schwarzen Ring eingefasst und findet pigmentfreie Drüsensubstanz zwischen je zwei benachbarten Röhren. Schreitet die Melanose weiter, so wird auch die Zeichnung der cavernösen Räume durch eingelagertes Melanin undeutlich gemacht; ja die Markmasse kann so vollständig mit schwarzem Pigment erfüllt sein, dass man schliesslich auf Querschnitten nur die Lumina der grössten Blutgefässe als helle Ringe hervortreten sieht. Dagegen betont RINDFLEISCH[99]), dass zunächst die eigentlichen Ufer des Lymphstromes den schwarzen Farbstoff aufnehmen. Es gebe ein Stadium der Lymphdrüsenpigmentirung, in welchem vorerst nur die Kapsel, die Lymphsinus, welche die Endkolben umgeben, und die Marksubstanz gefärbt sind. Späterhin dringe freilich das Pigment in alle Theile der Lymphdrüse ein; jede Andeutung einer Structur verwische sich und mache einer gleich-

mässig tiefschwarzen Färbung Platz, welche mit einer mässigen Volumenzunahme des Organs verbunden sei.

Bei der Untersuchung zahlreicher interbronchialer, präbronchialer und subbronchialer, sowie peritrachealer, retrogastrischer und portaler Lymphdrüsen, welche verschiedene Grade der Anthracose darboten, bin ich bezüglich der Stellen der Staubablagerung in den verschiedenen Abschnitten der Drüsen zu folgenden Resultaten gekommen. Gewöhnlich findet man den Staub in mehr oder weniger beträchtlicher Menge perifollikulär; häufig erschien die Anhäufung desselben an der inneren Seite ausgiebiger als an der äusseren Seite; so grosse Staubmassen, wie sie beim Kaninchen an der inneren Seite der Follikel gewöhnlich getroffen werden, habe ich an den menschlichen Drüsen nicht beobachtet; ob dieser Verschiedenheit eine andere Anordnung der Lymphbahnen zu Grunde liegt, oder ob sie aus Veränderungen der Architektur und Structur, wie sie bei längerer Dauer solcher Vorgänge sich einstellen, erklärt werden muss, wage ich nicht zu entscheiden.

Die Follikel selbst zeigen ein sehr verschiedenes Verhalten. Sehr häufig trifft man Staub nur in den peripheren Abschnitten der Follikel; später rückt der Pigmentgehalt gegen die Mitte vor und kann schliesslich über den ganzen Follikel und zwar in dem Maasse sich erstrecken, dass derselbe unkenntlich wird. Die Follikularstränge sind immer mit Staub angefüllt, ebenso die Lymphgänge und zwar in bald höherem, bald geringerem Grade, sowie wechelnder Ausdehnung nach der Mitte der Drüsen zu. Was endlich die Kapsel anbelangt, so führt sie in allen Fällen von stärkerer Anthracose Pigment und es erstreckt sich die Staubablagerung mehr oder weniger weit in das umgebende Fettgewebe zwischen die Fettzellen hinein. Zwischen ihnen findet man Reihen von schwarzen Körnern oder breitere Anhäufungen solcher, welche nicht selten eine netzförmige Anordnung darbieten und die Fettzellen gleichsam umsäumen.

In den oben geschilderten Ablagerungsstellen des Staubes war ich nicht im Stande eine Gesetzmässigkeit zu erkennen. Dasselbe gilt betreffs der Bahnen, in welchen der Staub vorrückt. In der letzteren Hinsicht wird man ja überhaupt nur Aufschlüsse von der Untersuchung solcher Drüsen erwarten dürfen, welche verschiedene, namentlich aber geringere Grade und frühere Stadien der Anthracose darbieten. Mit Rücksicht darauf richtete ich mein Augenmerk namentlich auf die Pigmentablagerung in den Drüsen jugendlicher Indivi-

duen. In Anbetracht der Anordnung des Staubes bei diesen glaube ich bezüglich der Bahnen und Richtungen, in welchen der Staub vordringt, die Ansicht vertreten zu dürfen, dass derselbe zunächst den perifollikulären Lymphräumen zugeführt wird, von da aus einerseits in die Follikel, andererseits in die Follikularstränge und von diesen aus in die angrenzenden Lymphgänge übertritt, sowie dass die Staubinfiltration in der Marksubstanz continuirlich von aussen nach innen fortschreitet. Dass dies im Wesentlichen die Richtung ist, in welcher das Vorrücken des Staubes sich vollzieht, darf um so mehr als sehr wahrscheinlich bezeichnet werden, weil dieses Verhalten ganz mit dem bei unseren Versuchsthieren geschilderten übereinstimmt. Die grosse Bedeutung dieser Versuchsresultate muss ja darin gefunden werden, dass sie über die hier in Betracht kommenden Fragen so werthvolle Aufschlüsse ergeben haben, während deren Beantwortung nach den Beobachtungen an menschlichen Drüsen eine nur lückenhafte und auf theilweise anfechtbare Schlussfolgerungen gegründete sein kann.

Dasselbe gilt von den Mitteln des Transportes. Wenn man aus der Thatsache, dass der meiste Staub in den menschlichen Drüsen an Zellen gebunden ist, folgern wollte, der Transport desselben werde nur durch ihre Vermittelung ermöglicht, so würde sich ein solcher Schluss als unhaltbar ergeben; denn unsere Versuche lehren, dass in den zuführenden Lymphgefässen sowohl, als in den perifollikulären Lymphräumen freier, nicht an Zellen gebundener Staub getroffen wird. Ueber die Möglichkeit der Weiterbeförderung des Staubes, sei er in Zellen eingeschlossen oder nicht, durch den Lymphstrom als solchen kann demnach ein Zweifel nicht bestehen. Ob und inwieweit der Transport des Staubes durch Wanderzellen innerhalb der Lymphgefässe auf dem Wege nach den Bronchialdrüsen eine Rolle spielt, darüber liegen verwerthbare Thatsachen bis jetzt nicht vor, so wahrscheinlich von vornherein eine solche Betheiligung der Wanderzellen sein mag.

B) Folgen der Staubinhalation in den menschlichen Bronchialdrüsen.

Die Architektur der Drüsen ist bei einigermassen beträchtlicher Staubablagerung immer mehr oder weniger hochgradig verändert. Zum Theil ist dies durch die nachher anzuführenden Alterationen in der Structur bedingt; zum Theil bringt aber auch die

Staubablagerung als solche gewisse derartige Umwandlungen der Architektur zu Stande. So können z. B. die Follikel durch die in ihnen deponirten Staubmassen vollständig verdeckt werden; gleichzeitig verwischt sich ihre Abgrenzung gegen die gleichfalls staubführende Umgebung. In derselben Weise werden zuweilen die Follikularstränge verändert, indem sie der Staubablagerung gemäss an Breite zunehmen und in demselben Grade sich näher rücken, als die zwischen ihnen gelegenen Lymphgänge schmäler werden, bis sie sich endlich berühren und eine einheitliche Masse darstellen. —

Bedeutungsvoller sind allerdings noch die durch Structurveränderungen bedingten Abweichungen der Architektur. Zunächst will ich in dieser Hinsicht der hyperplastischen Processe gedenken, denn dass viele Drüsen, welche im Zustande der Anthracosis oder Chalicosis sich befinden, eine wenn auch nur mässige Vergrösserung zu erfahren pflegen, darin stimmt die Mehrzahl der Beobachter überein. Allerdings ist dieselbe nur zum Theil ein Resultat der zelligen Hyperplasie. Diese ist wohl meistens eine chronische, da ja beim Menschen wohl nur ausnahmsweise eine zu acuter Hyperplasie führende Staubeinwanderung stattfindet. Von der Hyperplasie werden die Follikel und Follikularstränge betroffen, ausserdem kommt es aber auch zu einer Erfüllung der perifollikulären Lymphräume und der Lymphgänge der Marksubstanz mit kleinen, namentlich aber mit grösseren hellen Zellen. Dass durch diese Vorgänge die Abgrenzungen der Follikel gegen die perifollikulären Lymphräume, sowie diejenigen der Follikularstränge gegen die umgebenden Lymphgänge undeutlicher werden können, ist selbstverständlich. In späteren Stadien kommt es zuweilen zur Atrophie der Follikel und Follikularstränge. Eine ganz gewöhnliche Erscheinung ist aber in dieser Periode die Hyperplasie des Bindegewebes. Dieselbe kommt meistens schon in einer beträchtlichen Verdickung der Kapsel zum Ausdruck. Von dieser aus strahlen in der Richtung der Septensysteme breite Bindegewebszüge ins Innere der Drüse aus, diese mehr oder weniger vollständig durchsetzend. Gleichzeitig erfahren die Follikel eine Zunahme der reticulären Substanz; die lymphoiden Zellen werden spärlicher, die spindelförmigen und verästigten zahlreicher; endlich nehmen dieselben immer mehr eine fibröse Beschaffenheit an. Entsprechende Veränderungen vollziehen sich an den Follikularsträngen und Lymphgängen. Dass und warum unter solchen Verhältnissen die Architektur der Drüse beträchtlich alterirt wird, bedarf keiner weiteren Ausführung; es sei deshalb nur noch erwähnt, dass die neugebildeten

Bindegewebsmassen mit der Zeit eine fibröse und hyaline Umwandlung erfahren können.

An Bronchialdrüsen, welche sehr reich an Staub sind, mögen sie die oben beschriebenen indurativen Umwandlungen mehr oder weniger hochgradig erfahren haben oder nicht, beobachtet man nicht selten eigenthümliche Erweichungsvorgänge. Die Drüsen sind in den mittleren Abschnitten weniger consistent und entleeren auf dem Durchschnitt einen grauen, grauschwarzen oder schwarzen Saft; ja zuweilen kommt es zu vollständigen Höhlenbildungen. Diese Processe werden ganz unabhängig von eitrigen und käsigen Umwandlungen getroffen und gehören in das Gebiet einfach nekrotischer Erweichungsvorgänge. Die Veränderungen, wie sie in ihrer Beziehung zum Tractionsdivertikel des Oesophagus von ROKITANSKY [103]), DITTRICH-GREINER [41]), W. MÜLLER [79]), LIOUVILLE [66]), TIEDEMANN-HELLER [121]), ZENKER [139]), ZAHN [136]), BIRCH-HIRSCHFELD [9]) u. A. eine genaue Darstellung erfahren haben, entsprechen wohl zum Theil den in Rede stehenden; wenigstens wird von manchen gerade der anthracotische Zustand der Drüsen in solchen Fällen betont. Betreffs dieser Tractionsdivertikel will ich noch erwähnen, dass man zuweilen in der Wand des Oesophagus selbst und zwar hauptsächlich submucös hirsekorn- bis erbsengrosse schwarze Knötchen eingelagert und die Schleimhaut daselbst trichterförmig ausgezogen findet. Es wäre möglich, dass nicht nur periösophageale lymphatische Gebilde, sondern auch in der Oesophaguswand selbst gelegene bei der Entstehung dieser Formanomalie eine Rolle spielen.

Ob und welche Beziehung zwischen den geschilderten Veränderungen der Drüsen einerseits, den Staubablagerungen in denselben andererseits besteht, ist beim Menschen deshalb nicht leicht zu sagen, weil sehr häufig in den Lungen und Bronchialdrüsen anderweitige Processe verschiedener Art sich abspielen, welchen die ersteren zugeschrieben werden könnten. Dass ein causaler Zusammenhang zwischen Staubablagerung und Drüsenerkrankungen besteht, geht meines Erachtens aus folgenden Thatsachen hervor. Erstens findet man dieselben in Fällen, in welchen andere Ursachen für diese nicht aufzufinden sind. Zweitens entsprechen die Drüsenveränderungen in ihrer Intensität der Massenhaftigkeit der Staubablagerung. Endlich darf bei der Beurtheilung dieser Verhältnisse auf die bei den Versuchsthieren beobachteten Veränderungen, die hyperplastischen Vergrösserungen einerseits, die Erweichungsprocesse anderer-

seits hingewiesen werden. Ob ein Unterschied in den Folgen bei den verschiedenen Staubarten nachweisbar ist, lässt sich deshalb nicht leicht entscheiden, weil, wie früher ausgeführt wurde, nicht selten mehrere derselben gleichzeitig in die Drüsen eingeführt werden. Soweit meine eigenen Erfahrungen reichen, erhielt ich immer den Eindruck, als ob bei einfacher Ablagerung von Russ die indurativen Veränderungen einerseits, die Erweichungsprocesse andererseits, die ersteren geringgradiger seien, die letzteren viel seltener getroffen werden, als bei der einfachen oder der mit Anthracosis verbundenen Chalicosis.

V. Staubmetastase und Pigmentverschleppung.

A) Ueber Staubmetastase.

Der eingeathmete Staub wurde bisher von uns auf seiner Bahn durch die Trachea und Bronchien in die Alveolen und von da aus in das Lungengewebe und in die Bronchialdrüsen hinein verfolgt. Eine sehr bedeutungsvolle Frage ist nun die, was aus den in das Lungengewebe und in die Bronchialdrüsen eingedrungenen Staubmassen wird, ob sie an diesen Stellen dauernd zurückgehalten werden, oder ob ein Uebertritt von den Lungen oder den Bronchialdrüsen aus in das *Blut* stattfindet. Wie in der Einleitung ausgeführt worden ist, darf man voraussetzen, dass bei Inhalationsversuchen von so langer Dauer, wie die oben mitgetheilten Tabellen sie aufweisen, ein Uebertritt des inhalirten Staubes in's Blut, wenn er überhaupt unter solchen Verhältnissen möglich ist, erfolgt.

Was zunächst die auf den Uebertritt inhalirter Substanzen in's Blut innerhalb des Tractus respiratorius sich beziehenden Angaben anbelangt, so darf vielleicht eine Mittheilung Rosenthal's [104]) in diesem Sinne gedeutet werden. Derselbe hat bei Thieren, welche er einige Tage nach erfolgter Inhalation tödtete, keine Kohle im Kehlkopf und den Bronchien mehr nachweisen können, dagegen scharfe Kohlensplitterchen in der Leber und in dem Fleisch des rechten Ventrikels gefunden. Nach der ganzen Darstellung ist die Vermuthung wohl berechtigt, dass Rosenthal einen Uebertritt der Staubtheilchen in's Blut innerhalb der Lungen für möglich hält. Ferner ist hier eine Mittheilung von Schottelius [110]) zu berücksichtigen, welche wörtlich

lautet: „Von denjenigen Staubarten, welche aus rein mechanischen Gründen zum Eindringen in das Gewebe besonders geeignet erscheinen, finden sich in den ersten Tagen nach der Inhalation auch einige Partikelchen von dem Protoplasma weisser Blutkörper umhüllt im Blute selbst. Wie sie dorthin gelangen und wohin sie abgeführt werden, konnte ich aus den vorliegenden Versuchen nicht ermitteln, während das übrigens auch von RINDFLEISCH beobachtete Factum selbst unzweifelhaft festzustellen ist." SLAVJANSKY [115]), der gleichfalls bei seinen Versuchen zinnoberhaltige Zellen im Blut beobachtet hat, betrachtet den directen Eintritt in's Blut nicht für wahrscheinlich, vielmehr ist er der Ansicht, dass sie auf dem Wege durch die Lymphdrüsen dahin gelangt seien. Die Untersuchungen von RUPPERT [107]) und SCHESTOPAL [235]), welche die in die Lungensäcke infundirten Farbstoffpartikelchen im Harn wieder fanden, können und sollten für die Frage des Uebertrittes solcher ins Blut bei Warmblütern nicht verwerthet werden; wie oben bemerkt wurde, liegt ihre grosse Bedeutung in dem Nachweis, dass corpusculäre Farbstoffe zwischen den Epithelien der Lungensäcke in das Gewebe dieser eindringen können.

1. Ueber den Eintritt von Staub in die Gefässe der Lunge bei den Versuchsthieren.

Die Wichtigkeit der Frage, ob körperliche Gebilde innerhalb der Lungen unmittelbar in die Blutbahn dieser einzutreten vermögen, liegt auf der Hand. Dieselbe steht ja in innigem Zusammenhang mit unseren Anschauungen über das Eindringen der Infectionsstoffe bei solchen Krankheiten überhaupt, bei der ulcerösen Endocarditis insbesondere.

Bezüglich der Art und Weise des Eindringens solcher corpusculären Gebilde hat man mit drei Möglichkeiten zu rechnen. Erstens wäre es denkbar, dass dieselben begünstigt von einer zeitweisen Aenderung der Druckverhältnisse zwischen Saftkanalsystem und Blutbahn aus dem ersteren in die letztere frei, d. h. nicht in Zellen eingeschlossen übertreten. Viel wahrscheinlicher ist aber von vornherein ein durch Zellen vermittelter Transport und zwar um so mehr, als an anderen Stellen durch die Beobachtung des lebenden Objectes die Möglichkeit einer solchen Einwanderung weisser Blutkörper aus dem Saft- und Lymphgefässsystem in die Blutbahn festgestellt sein soll. Für Mikroorganismen endlich kommt dann noch eine dritte Möglichkeit in Betracht: die des Uebertrittes von den Saftbahnen her in die letztere in Folge fortschreitender Entwicklung und Vermehrung

derselben. Man vergleiche in dieser Hinsicht die interessanten Mittheilungen von RECKLINGHAUSEN[226 u. 227]) und SAPPEY[232 u. 233]). Von einer weiteren Möglichkeit derjenigen des Eindringens auf Wegen, welche durch pathologische Processe gebahnt sind, will ich zunächst absehen, weil bei unseren Versuchen derartige Bedingungen nicht geschaffen waren.

Der Nachweis, dass eingeathmete Staubmassen auf präformirten Bahnen aus dem Lungengewebe direct in die Blutgefässe übertreten, ist bei derartigen Versuchen meines Erachtens gar nicht zu leisten. Der Befund von Staubmassen innerhalb der Blutgefässe der Lunge lässt sich in diesem Sinne aus zwei Gründen nicht verwerthen. An Durchschnitten von Lungen, welche mit Staub überfüllt sind, wird dieser bei der Herstellung der Präparate sehr leicht verschoben und bleibt an der Stelle der Gefässdurchschnitte hängen. Dass diese scheinbar intravasculären Staubmassen zum Theil in Zellen eingeschlossen sind, liesse sich auf die Anwesenheit zahlreicher Staubzellen im Lungengewebe zurückführen. Ich sehe deshalb keine Möglichkeit, auf diesem Wege den Beweis zu führen, dass die Staubkörnchen, welche man zuweilen frei oder an Zellen gebunden an der Stelle der Gefässe abgelagert findet, vom Lungengewebe aus in diese übergetreten seien. Wollte man aber auch einräumen, dass dieselben nicht erst in Folge der Präparation, sondern schon während des Lebens dahin gelangt seien, so müsste die Annahme der Einschleppung der Staubpartikelchen von irgend einem anderen Bezirk der Blutbahn aus als ebenso berechtigt eingeräumt werden.

2. Ueber die Durchlässigkeit der Bronchialdrüsen für Staub und den Uebertritt desselben von der Pleura und dem Darme aus.

Diese Erwägung führt sachgemäss zu der Erörterung einer zweiten, den Uebertritt von inhalirtem Staub in das Blut betreffenden Möglichkeit auf dem Wege der Lymphbahnen und Bronchialdrüsen. Lassen diese den von der Lunge aus zugeführten Staub bei einer sehr langen Dauer der Inhalation durch oder stellen sie unter solchen Verhältnissen einen sicheren Abschluss gegen die Blutbahn her: das sind die Fragen, deren Beantwortung uns zunächst obliegt. Man pflegt im Allgemeinen die Lymphdrüsen, die Bronchialdrüsen insbesondere, als sicher arbeitende Filter zu betrachten. Betreffs der Staubinhalationsvorgänge haben ZENKER[138]), SELTMANN[113]), MERKEL[77])

u. A. darauf hingewiesen, dass Staubtheile in anderen Organen nicht zu finden sind. Allerdings macht ZENKER darauf aufmerksam, dass auch über die Drüsen der Lungenwurzel hinaus Staubtheile in die Drüsen der Trachea vordringen, und es sei deshalb nicht abzusehen, warum sie nicht schliesslich auch ins Blut gelangen sollten. Auch SOYKA[117]) rechnet mit einer solchen Möglichkeit bei der Erörterung seiner die Kohleablagerung in anderen Organen betreffenden Befunde. Seine diesbezüglichen Mittheilungen lauten wörtlich: „Aus den Lymphgefässen gelangen die Kohlepartikelchen in die Lymphdrüsen, welche in der That ein recht dichtes Filter zu bilden scheinen, das jedoch auch nicht alle Theile zurückhält, sondern unter gewissen Bedingungen vielleicht einfach bei Ueberfüllung, vielleicht bei besonderen anatomischen Verhältnissen die Weiterwanderung in die grösseren Lymphbahnen und durch sie bis zum Ductus thoracicus nicht zu verhindern vermag; dort angelangt ist ihr Uebergang ins Blut nur eine nothwendige Consequenz." ZIEGLER[140]) hebt hervor, dass in die Lungenlymphgefässe eingetretene Pigmentmassen nicht nur in die Lungenlymphdrüsen, sondern auch von da aus weiter in die Blutbahn übertreten können. Nachdem ORTH[82]) darauf hingewiesen, dass, je mehr und je länger Staubtheilchen in die Lungen eindringen, auch entferntere Drüsen bis hoch in die Trachea hinauf mit Staubpartikel überschwemmt werden, gedenkt er auch des Uebertrittes derselben in's Blut. Wie bereits erwähnt, hat SLAVJANSKY[115]) bei seinen Versuchen, bei welchen er in Flüssigkeiten suspendirte Farbstoffpartikelchen durch die eröffnete Trachea eingoss, in drei Fällen am dritten, fünften und sechsten Tage nach der Operation zinnoberhaltige weisse Blutkörper im Blute der Aorta abdominalis gefunden, ausserdem Zinnober in den Zellen der Milzpulpa, dagegen weder Ultramarin, noch Indigo, noch Kohle. SLAVJANSKY ist deshalb der Ansicht, dass verschiedenartige feinvertheilte Körper in die Trachea, Bronchien und Lungenalveolen gelangen, von da ins Lungengewebe eindringen und die Lymphdrüsen passirend das Blut erreichen können. Dagegen hat LANGHANS[50]) bei den Organen der Hunde, bei welchen von INS[56]) Inhalationsversuche ausgeführt worden waren, keinen Staub nachweisen können. WEIGERT[131]) zieht die Beweiskraft der SLAVJANSKY'schen Versuche in Zweifel und geht bei seinen später zu besprechenden Erörterungen von der Voraussetzung aus, dass die Bronchialdrüsen sicher abschliessende Filter darstellen.

Anhaltspunkte dafür, ob die Bronchialdrüsen durchlässig sind oder nicht, dürfen zunächst aus der Berücksichtigung der Ablage-

rung des Staubes innerhalb derselben in den verschiedenen Perioden der Staubinhalation erwartet werden. Aus den oben in dieser Hinsicht mitgetheilten Thatsachen geht hervor, dass der Staub am frühsten in der Umgebung der Rindenfollikel gelegen ist, dass er von da aus gegen die Follikularstränge vorrückt und mit der Zeit immer weiter in diesen nach innen hin vordringt; auch in den Lymphgängen konnten Staubpartikelchen nachgewiesen werden. Der Staubgehalt der Follikularstränge sowohl, als derjenige der Lymphgänge nimmt nach innen im Allgemeinen ab; ja die centralen Lymphgänge sind nach mehrjähriger Staubinhalation staubfrei gewesen oder führten nur vereinzelte Staubzellen, von welchen es überdies fraglich war, ob sie nicht durch die Präparation dahin verschoben waren. In den Vasis efferentibus habe ich Staub niemals nachweisen können. Ich bin selbstverständlich nicht der Ansicht, dass dieser negative Befund und das Verhalten des Staubes in der Marksubstanz zu einem bestimmten Schluss auf die Function der Drüsen im Sinne ihrer Undurchlässigkeit für corpusculäre Gebilde berechtigt; immerhin scheinen sie mir beide einer Berücksichtigung werth. Man hat aus dem Befund von Staub an höher gelegenen Drüsen, wie oben angeführt wurde, den Schluss gezogen, dass die Bronchialdrüsen mit der Zeit durchlässig werden und deshalb der Staub in die ersteren gelange und von da in das Blut übertreten könne. Das Thatsächliche dieser Mittheilung kann ich nur bestätigen; auch ich habe wiederholt in sehr hochgelegenen peritrachealen Lymphdrüsen Staub gefunden. Ob aber aus dem Staubgehalt derselben auf eine Durchlässigkeit der Bronchialdrüsen geschlossen werden darf, ist mir fraglich. Bekanntlich haben Donders [173]) und Frey [182]) beobachtet, dass zwischen den Vasa afferentia verschiedener Lymphdrüsen collaterale Bahnen bestehen und die Lymphe somit unter Umgehung der einen Drüse in die andere gelangen könne. Wenn nun auch von anderen Seiten ein solches Vorkommen geläugnet wird, so muss, da die Frage eine offene ist, immerhin an die Möglichkeit einer solchen Beziehung und somit des Transportes der Staubpartikelchen auf solchen collateralen Bahnen gedacht werden. Es gibt aber noch eine andere Erklärung für den Staubgehalt dieser höher gelegenen Lymphdrüsen, das ist die Zufuhr des Staubes von der Trachea und den Bronchialstämmen, oder aber, wie nachher ausgeführt werden soll, von der Pleura parietalis, insbesondere mediastinalis aus. Dass Staub in der Schleimhaut der Luftröhre und der grösseren Bronchien vorkommt und auf welchen Wegen er zugeführt werden kann, ist oben ausführlich besprochen worden; in

Anbetracht dessen ist es aber auch vollständig denkbar, dass der Staubgehalt der peritrachealen Lymphdrüsen auf diese Staubablagerungen zu beziehen ist. Aus der Anordnung des Staubes in den bronchialen sowie aus dessen Vorkommen in den peritrachealen Lymphdrüsen ergeben sich somit keine Thatsachen, welche zu der Annahme einer Durchlässigkeit der ersteren berechtigten.

Was die Staubzufuhr von der Pleura aus anbelangt, so sind oben einige Thatsachen mitgetheilt, welche zu der Erwägung einer derartigen Möglichkeit auffordern. Ich meine den Befund von Staub in der Pleura pulmonalis, den pleuralen und mediastinalen Lymphknötchen und den peritrachealen Lymphdrüsen bei unseren Versuchen, die Ablagerung von Kohle in der Pleura pulmonalis, costalis und diaphragmatica beim Menschen. Es wurde bereits erwähnt, dass in Anbetracht dieser Thatsachen einerseits der Untersuchungen von DYBKOWSKY [176]) über die Resorptionsvorgänge im Pleurasack andererseits die Möglichkeit einer solchen Staubaufnahme erwogen werden müsse. Wenn dem so ist, so wird man sich vorzustellen haben, dass der Staub wenigstens zunächst in den regionären Lymphdrüsen zurückgehalten wird. Ob er von diesen aus ins Blut gelangen kann, wird sich noch weniger ermitteln lassen als an den Bronchialdrüsen.

Mit Rücksicht auf die Mittheilungen VILLARET's [126]) wäre endlich noch der Möglichkeit der Staubaufnahme vom Darm aus zu gedenken. Der Befund von anthracotischem Pigment in den Mesenterialdrüsen ist für ihn die Veranlassung zu der Vorstellung geworden, dass die Kohle von dem Darmkanale aus in die Chylusgefässe eindringe, sich in den Mesenterialdrüsen festsetze, von hier aus in die Mesenterialvene, das Pfortaderblut, die Milz, Leber, Cava inferior und von da in die Lunge gelange, um endlich im Lungengewebe zu haften. Ich will in dieser Hinsicht nur bemerken, dass bei den oben geschilderten Versuchen der Darm zwar immer mehr oder weniger Staub enthielt, in den Darmhäuten, Chylusgefässen und Mesenterialdrüsen aber Staubmassen nicht nachgewiesen werden konnten. Ich bin somit nicht im Stande die diesen Gegenstand betreffenden Angaben von BERNARD [159]), VILLARET [126]), OESTERLEN [213]), MENSONIDES [206]), DONDERS [174]), MARFELS und MOLESHOTT [203]) zu bestätigen. Jedenfalls scheint ein ausgiebigerer Transport solcher corpusculärer Gebilde auch nicht durch Vermittlung von Wanderzellen vom Darmlumen aus in das Chylusgefässsystem nach den Drüsen

stattzufinden, wie man ihn nach den neueren Untersuchungen erwarten könnte. Der Befund vereinzelter staubführender Zellen in der Darmwand und den Mesenterialdrüsen ist aus den oben erörterten Gründen nicht verwerthbar. Das Fehlen ausgedehnterer Staubablagerungen an diesen Stellen beweist, dass ein regelmässiger Transport von Staub nicht vorkommt.

3. Ueber den Nachweis des Staubes im Blut, sowie in der Leber, der Milz und dem Knochenmark der Versuchsthiere.

Aus den vorstehenden Erörterungen geht hervor, dass der Nachweis eines regelmässigen Uebertrittes von Staub in das Blut unter den in Rede stehenden Verhältnissen weder von den Lungen, noch von den Bronchialdrüsen, Pleurasäcken oder dem Darme aus geführt werden kann. Es erübrigt somit zunächst noch, denselben in der Blutbahn selbst aufzusuchen. Wie oben bereits angeführt wurde, liegen diesbezügliche Mittheilungen von ROSENTHAL[104]), SLAVJANSKY[115]) und SCHOTTELIUS[110]) vor. Weshalb diese nicht als beweiskräftig angesehen werden dürfen, ist oben bereits erörtert worden. Bezüglich der Angaben SLAVJANSKY's habe ich noch hinzuzufügen, dass die Bedingungen bei seinen Versuchen wesentlich andere sind als bei der gewöhnlichen Staubinhalation. In dieser Hinsicht ist zunächst zu bemerken, dass die in Flüssigkeiten suspendirten Körper bezüglich ihres Uebertrittes möglicher Weise in das Blut sich anders verhalten, namentlich wenn sie durch eine Trachealwunde bei veränderten Respirationsverhältnissen eingeträufelt werden. Dazu kommt eine andere Schwierigkeit; das ist die, den untrüglichen Nachweis zu führen, dass solche Farbstoffpartikelchen wirklich im kreisenden Blute suspendirt waren. Der Befund von vereinzelten solchen Gebilden, auch wenn sie an Zellen gebunden sein sollten, kann in diesem Sinne nicht verwerthet werden, weil, wenn man mit solchen Versuchen beschäftigt ist, von aussen eingeführte Beimengungen leicht zu Täuschungen Veranlassung geben. Macht man Controluntersuchungen, so wird man sich sehr bald davon überzeugen, dass man auch bei Thieren, welche einer Staubinhalation nicht ausgesetzt waren, vereinzelte schwarze, rothe und blaue Partikelchen vorkommen und nur bei der Anwendung zahlreicher Vorsichtsmassregeln sich vermeiden lassen. Verfährt man aber nach denselben Grundsätzen bei der Untersuchung des Blutes der Thiere, welche im Staubkasten gesessen hatten, so vermisst man auch bei ihnen die Farbstoffbei-

mengungen. Ich darf auf weitere Auslassungen in dieser Hinsicht verzichten, weil die hier massgebenden Gesichtspunkte selbstverständlich sind, und begnüge mich mit der Hervorhebung folgender Thatsachen. — Bei zahlreichen Untersuchungen des Blutes, welches den lebenden Thieren an verschiedenen Körperstellen entnommen war, habe ich niemals Farbstoffpartikelchen in einer Anordnung gefunden, welche zu der Annahme berechtigte, dass sie im kreisenden Blute suspendirt waren, ebensowenig in dem den verschiedenen Herzabtheilungen und verschiedenen Organen nach dem Tode entnommenen Blut. Bei der Anfertigung sehr zahlreicher Schnitte von Milz, Leber, Knochenmark und Nieren habe ich innerhalb der Gefässe ganz unregelmässig und sehr vereinzelt freie und in Zellen eingeschlossene Farbstoffpartikelchen wahrgenommen. Berücksichtigt man, dass solche auch sonst in Präparaten getroffen werden, dass ihre Zahl, je pünktlicher man arbeitet, um so spärlicher wird, dass diese zu der Intensität der Verstäubung in keinem Verhältniss steht und dass endlich die Eigenschaften derselben denjenigen der inhalirten Staubart keineswegs immer entsprechen, so wird man mir beistimmen, dass in der Beurtheilung solcher Befunde die grösste Vorsicht geboten ist. Ich will noch hinzufügen, dass man in der Milz und Leber oft kleine glänzende, rundliche und längliche Körner trifft, welche in ihrem Aussehen mit kleinen Partikelchen von Kiesel übereinstimmen, aber deutliche Eisenreaction geben. Untersucht man diese Organe nicht ganz frisch, so findet man in ihnen schwarze dieselbe Reaction zeigende Gebilde. Solcher Quellen der Täuschung könnte ich noch mehr anführen. Das bedeutungsvolle Resultat meiner sehr mühevollen auf diesen Gegenstand sich beziehenden Untersuchungen ist folgendes: Bei Thieren, welche lange Zeit einer sehr intensiven Staubinhalation ausgesetzt waren, werden im Blute keine Beimengungen von Farbstoffpartikelchen gefunden, welche ihrer Anordnung nach zu der Annahme berechtigten, dass unter solchen Verhältnissen ein regelmässiger Uebertritt in das Blut an irgend einer Stelle erfolge. Es kann nicht in Abrede gestellt, aber auch nicht bewiesen werden, dass dann und wann, da und dort, vielleicht gebunden an Wanderzellen, vereinzelte Farbstoffpartikelchen in's Blut gelangen. Dass solche Vorgänge aber in ausgedehnterem Maasse sich vollziehen und gesetzmässige Erscheinungen seien, ist in Anbetracht der berichteten Thatsachen mit Sicherheit auszuschliessen.

Diese Beweisführung ist in einer Hinsicht mangelhaft. Die in das Blut gelangten Farbstoffmassen könnten wieder auf irgend einem Wege diese Bahnen verlassen haben. Es führt uns dieser Einwand zu einer Erörterung der Geschicke der im Blute suspendirten Farbstoffpartikelchen.

Ueber das Verhalten der in die Blutbahn eingeführten corpusculären Farbstoffe sind wir durch die Untersuchungen von PONFICK[219]), HOFMANN und LANGERHANS[196]), STRAWINSKI[245]), THOMA[249]), RÜTIMEYER[230]), sowie die meinigen[143–146]) genügend unterrichtet. Wir wissen, dass dieselben früher oder später, frei und an Zellen gebunden durch die Gefässwände und zwar zwischen den Endothelzellen durchtretend die Blutbahn verlassen und in die Gewebe eindringen können. Es geht aus diesen Untersuchungen ferner hervor, dass eine Ablagerung dieser Farbstoffmassen in gewissen Organen, nämlich in Milz, Leber und Knochenmark, mit besonderer Regelmässigkeit erfolgt und sich aus einer grösseren Durchlässigkeit der Gefässwände dieser Organe erklärt. Man müsste also den Staub, wenn solcher in bemerkenswerther Menge ins Blut übertreten würde, daselbst aber nicht nachgewiesen werden könnte, weil er die Blutbahn verliesse, in diesen Organen finden. Die später zu besprechenden beim Menschen vorkommenden Staubablagerungen können nur geeignet erscheinen die Berechtigung einer solchen Schlussfolgerung zu illustriren. Von solchen Erwägungen ausgehend habe ich in der grossen Mehrzahl der Versuche eine genaue mikroskopische Untersuchung der Leber, Milz, Nieren und des Knochenmarkes ausgeführt. In keinem Falle und in keinem der genannten Organe, auch nicht nach jahrelanger sehr intensiver Inhalation von Staub, fand sich dieser in einer Anordnung, wie sie die von der Blutbahn aus übergetretenen Farbstoffpartikelchen bei den Thieren und Staubpartikelchen beim Menschen darzubieten pflegen. Ich habe mich behufs Feststellung dieses Thatbestandes nicht mit der Untersuchung einiger Schnitte von jedem der genannten Organe und in jedem einzelnen Versuche begnügt; vielmehr wurde eine grössere Zahl solcher Schnitte einer eingehenden Durchmusterung unter Anwendung der verschiedensten oben erwähnten Hilfsmittel unterzogen. Man trifft hie und da in ganz unregelmässiger Weise verstreut, bald in diesem bald in jenem Organe solche Partikelchen. Niemals zeigen sie aber eine gesetzmässige Anordnung; vielmehr liegen sie bald da, bald dort; niemals entspricht ihre Zahl der Intensität und Dauer der Inhalation;

kurz sie sind zweifellos zufällige Beimengungen, wie schon daraus hervorgeht, dass man bei Russinhalationen hie und da blaue Partikelchen trifft und umgekehrt. Mein Urtheil in dieser Angelegenheit darf um so mehr als unbefangen gelten, als ich mit anderen Erwartungen an die Beantwortung dieser Frage herangetreten war.

4. Die Anthracose der Leber, der Milz, des Knochenmarkes, sowie der portalen und retrogastrischen Lymphdrüsen des Menschen.

Das Ergebniss, dass von dem inhalirten Staub nachweisbare Mengen in das Blut nicht übertreten und eine Staubablagerung in anderen Organen unter solchen Verhältnissen gleichfalls nicht stattfindet, steht in scheinbarem Widerspruch mit unseren Erfahrungen über Anthracose der Leber, der Milz, des Knochenmarkes und anderer Organe beim Menschen. Zuerst hat SOYKA[117]) einen Fall mitgetheilt, in welchem er anthracotisches Pigment in der Milz, Leber und den Nieren nachweisen konnte. Wie in dem Vorwort angedeutet wurde, habe ich[150]) schon vor SOYKA derartige Beobachtungen gemacht, aber erst später veröffentlicht. Bei Gelegenheit der Besprechung lymphatischer Knötchen in der Leber betonte ich, dass in denselben neben gelbem Pigment schwarzes vorkomme. Der Passus lautet wörtlich (S. 395): „Die interessanteste Erscheinung ist der Gehalt dieser Zellen an schwarzem Pigment, das in Anbetracht seiner Eigenschaft nicht nur, sondern auch der Art seiner Verbreitung im Körper nach als anthracotisches aufgefasst werden muss. Es handelt sich in diesen Fällen um hochgradige schwarze Pigmentirung der Lungen, Bronchialdrüsen, mesenterialen Drüsen und der Milz, ja in einem Falle war das Pigment in grösserer Menge auch im Knochenmark abgelagert.“ Daran schliessen sich einige Bemerkungen über das Verhalten der lymphatischen Knötchen zu diesen Pigmentablagerungen und die Beziehungen dieser zum Lymphgefässsystem. Vor Kurzem hat dann WEIGERT[131]) darauf hingewiesen, dass die Anthracose der Leber, Milz, portalen und mesenterialen Lymphdrüsen häufiger sei, als man der Zeit anzunehmen geneigt scheine. Der Schwerpunkt der WEIGERT'schen Arbeit liegt darin, dass er auf die Möglichkeit des Uebertrittes des Pigmentes in's Blut von Bronchialdrüsen aus, welche mit Gefässlumina in abnorme Communication getreten sind, aufmerksam macht. Von ROTH[106]) sind diese Mittheilungen WEIGERT's bestätigt und in mehrfacher Hinsicht ergänzt worden.

Ich selbst habe seit meiner ersten diesen Gegenstand betreffenden Publikation noch eine grössere Zahl von Fällen beobachtet und muss zunächst meine früheren Angaben über Staubablagerung in den genannten Organen vervollständigen.

In der Leber ist die anthracotische Pigmentirung sehr häufig schon mit unbewaffnetem Auge zu erkennen. Man sieht an der Stelle der Knotenpunkte der interacinösen Bindegewebszüge graue meistens etwas vortretende Flecken von rundlicher, länglicher oder mehr strahliger Gestalt und mässig scharfer Begrenzung gegen die Umgebung. Die Aehnlichkeit in der Anordnung derselben mit derjenigen der miliaren Tuberkel will ich nicht unterlassen zu betonen; sie ist gewiss in verschiedener Hinsicht eine sehr bemerkenswerthe; vielleicht wird die Auffindung dieser kleinen Herde durch diesen Hinweis erleichtert. In einigen Fällen konnte ich solche graue Flecken, welche aber mehr flach waren, auch in der unmittelbaren Umgebung der Centralvene nachweisen. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man am häufigsten und gewöhnlich auch am ausgiebigsten Pigment in den interacinösen Bindegewebszügen und hier wieder an den Zusammenflussstellen derselben. Betreffs der Ablagerung des Pigmentes in den rundlichen, länglichen und ästigen Anhäufungen von lymphoiden Zellen und der Beziehung dieser zum Lymphgefässsystem darf ich auf meine früheren Mittheilungen verweisen. An dieser Stelle sei nur hervorgehoben, dass derartige lymphatische Anhäufungen bei jugendlichen Individuen unter normalen Verhältnissen, unter pathologischen Bedingungen aber auch bei Erwachsenen sehr häufig vorkommen. So verschiedenartig das anatomische und ätiologische Wesen der krankhaften Processe — Scarlatina, Morbillen, Typhus, Diphtherie einestheils, Scrofulose, Tuberkulose, Syphilis, Lepra, Lupus andererseits — ist, insofern kann bezüglich der Bildung dieser Knötchen ein diesen Vorgängen gemeinsamer Gesichtspunkt gefunden werden, als es sich um eine Anhäufung und Zurückhaltung fremdartiger vom Blute in die Lymphbahn übergetretener Stoffe an diesen Stellen und eine dieser entsprechende Ansammlung von Zellen handelt.

Dass bei der Anthracose die Bahnen, auf denen sich diese Vorgänge vollziehen, so leicht nachweisbar und uns dadurch Anhaltspunkte betreffs der Verbreitung der Infectionsstoffe gegeben sind, scheint mir besonders bedeutungsvoll. Das Pigment findet sich aber auch noch an anderen Stellen der interacinösen Bindegewebszüge hauptsächlich in die Scheiden der Gefässe eingebettet, theils an Rund-

zellen, theils an Spindelzellen gebunden sowie in Form feiner Körnchen an verschiedenen Stellen des Saftkanalsystems abgelagert. — Wie die mikroskopische Betrachtung lehrt, findet sich Pigment sehr häufig nicht nur an der Peripherie des Acinus, sondern auch in dessen Centrum, meistens in Form kleinerer, seltener grösserer Anhäufungen, welche in der Wand des Gefässes gelegen sind. Knötchenförmige Anordnungen habe ich an diesen Stellen nicht beobachtet; es handelte sich viel eher um mehr oder weniger starke Füllungen des Saftkanalsystems mit Staub, welcher nur zum kleinen Theil an Zellen gebunden war; grössere Ansammlungen von Rundzellen scheinen nicht vorzukommen. Auch im Inneren des Acinus trifft man bei starker Pigmentablagerung anthracotische Massen vorwiegend in grosse Zellen eingeschlossen, welche meistens perivasculär liegen; in den Leberzellen selbst konnte ich niemals mit Sicherheit solches Pigment nachweisen. Die portalen Lymphdrüsen enthalten dasselbe in der gewöhnlichen Anordnung und Vertheilung in Rinde und Mark. Ein directes Verhältniss zwischen der Masse des Staubes in der Leber und den portalen Lymphdrüsen besteht nicht immer.

Noch deutlicher wie in der Leber ist in den meisten Fällen in der Milz die anthracotische Pigmentirung für das unbewaffnete Auge kenntlich. Dieselbe erscheint bald in der Form kleiner grauer Kreise oder Flecken, oder aber sie ist eine mehr strichförmige, verästelte und schliesst sich hauptsächlich der Verzweigung der Arterien an. Die in den Trabekeln gelegenen Zweige dieser zeigen zuweilen eine vollständige Umscheidung mit solchen Pigmentmassen, oder aber es sind diese nur an der einen oder anderen Seite des Gefässes, immer aber in dessen Scheide und dem diese umgebenden Gewebe gelagert.

Bezüglich der Anordnung des anthracotischen Pigmentes in den Malpighi'schen Körperchen hebt Soyka [117]) hervor, dass sie nur selten von Anhäufungen des ersteren umgeben seien und innerhalb derselben, besonders in den Zellen keine Pigmentmassen sich nachweisen liessen. Weigert erwähnt, dass vielfach schwarzes Pigment in der Pulpa längs der Arterien, besonders dicht um die Malpighi'schen Körperchen, selbst in deren Randzone eindringend sich finde. Nach meinen Erfahrungen ist die Anordnung des Pigmentes in den Malpighischen Körpern gebunden an das Verhalten der Arterien. Ganz constant trifft man das Pigment in den Scheiden der hinzutretenden Gefässe abgelagert und zwar gleichfalls bald circulär bald ein- oder mehrseitig. Sitzt der Malpighi'sche Körper seitlich an der Arterie, so liegt das Pigment an der freien Seite, kann aber auch

dieselbe circulär umgeben und sich in den Malpighi'schen Körper hinein ausdehnen. Ist das Gefäss in der Mitte gelegen, so findet sich auch das Pigment daselbst und erstreckt sich von da aus mehr oder weniger weit nach einer oder mehreren Seiten in den Follikel hinein. Sind in einem Malpighi'schen Körper zwei Arterienquerschnitte vorhanden, so entspricht dieser Anordnung die Pigmentvertheilung. Eine Deposition von Staub an der Peripherie der Follikel habe ich nur bei peripherer Lagerung der Arterie beobachtet; sonst liegt das Pigment eher central und es schreitet die Pigmentinfiltration von da aus gegen die Peripherie der Malpighi'schen Körper fort; zuweilen sind diese mehr oder weniger gleichmässig mit Pigment erfüllt. In diesen Fällen stellen sich nicht selten Structurveränderungen ein; die Zellen atrophiren, die Bälkchen treten deutlicher hervor und die Abgrenzung der Malpighi'schen Körperchen wird undeutlich; nebenbei bestehen nicht selten hyaline Degenerationen der Gefässe. Ob und inwiefern diese auf die Staubablagerung zu beziehen sind, bleibt allerdings fraglich.

In den Nieren habe ich niemals mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbare anthracotische Pigmentirung beobachtet. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man in den Scheiden der Arterien schwarze Ablagerungen von spindelförmiger und verästelter Gestalt. In den Glomerulis und in der Blutbahn der Nieren war ich nicht im Stande, anthracotisches Pigment nachzuweisen, ohne selbstverständlich die diesbezüglichen Mittheilungen Soyka's in Zweifel ziehen zu wollen.

Das Knochenmark enthielt in den meisten Fällen nur sehr spärliche Mengen solchen Farbstoffes; in einem Fall waren allerdings schon makroskopisch schwarzgraue spindelförmige und verästigte Flecken kenntlich. Wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, liegt das Pigment auch hier hauptsächlich perivasculär und erstreckt sich von da aus in der Richtung des Reticulum zwischen die Fettzellen hinein; zuweilen trifft man in denselben Knochenmarkzellen neben Staub Blutpigment.

5. Die Bahnen der Staubmetastase beim Menschen.

Es ist oben darauf hingewiesen worden, dass die soeben beschriebenen Staubablagerungen scheinbar in Widerspruch stehen mit den Resultaten unserer Versuche, denen zufolge weder von den Lungen noch von den Bronchialdrüsen aus ein Uebertritt corpusculärer Elemente in das Blut stattfindet. Bei einer genaueren Erwägung der

in Betracht kommenden Verhältnisse ergibt sich aber eine vollkommene Uebereinstimmung. — WEIGERT hat bereits auf die Häufigkeit der Anthracose der Lungen und Bronchialdrüsen einerseits, das im Verhältniss dazu seltene Vorkommen anthracotischer Staubablagerungen in anderen Organen andererseits aufmerksam gemacht. Wenn man auch, wie ich auf Grund meiner Erfahrungen hinzu fügen darf, mit Recht annehmen will, dass diese häufiger sind, als man sich vielfach vorzustellen pflegt, so bleibt doch immer noch eine bemerkenswerthe Differenz. Auch die Vorstellung, dass nur in den Fällen von hochgradiger Staubablagerung in den Lungen ein solcher Uebertritt erfolge, würde den Thatsachen nicht entsprechen; denn es sind eben keineswegs vorwiegend solche, bei denen Staub in anderen Organen getroffen wird. Dass auf präformirten Wegen und nach physiologischen Gesetzen eine Staubverschleppung nach den in Rede stehenden Organen beim Menschen nicht erfolgt, konnte mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit schon aus diesen Thatsachen erschlossen werden; als beweisend durfte aber eine solche Schlussfolgerung nicht anerkannt werden. Um so bedeutungsvoller ist das Resultat unserer Versuche, denn durch sie ist für die Thiere in dieser Hinsicht der Beweis erbracht und damit werthvolles Material für die Beurtheilung dieser Vorgänge auch beim Menschen geschaffen. Ich will auf eine weitere Ausführung der in Betracht zu ziehenden Erwägungen wegen der Selbstverständlichkeit dieser verzichten und begnüge mich hervorzuheben, dass auch für den Menschen mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit das Vorkommen einer ausgiebigeren Verschleppung des inhalirten in Lungen und Bronchialdrüsen eingedrungenen Staubes nach anderen Organen auf präformirten Bahnen ausgeschlossen werden kann.

Berücksichtigt man andererseits die geschilderte Anordnung des Staubes in der Leber, Milz und dem Knochenmark mit der Ablagerung der ins Blut eingebrachten corpusculären Elemente, so wird es schon in Anbetracht der Uebereinstimmung dieser sehr wahrscheinlich, dass die Staubmassen in's Blut und von da aus in die Organe gelangen. Es ist uns schon lange bekannt und oben bereits mehrfach hervorgehoben worden, dass die schiefrigen Bronchialdrüsen mit verschiedenen Organen, den Gefässen insbesondere, in Verbindung treten und ihren Inhalt in die Lumina der letzteren entleeren können. WEIGERT[131]) gebührt das Verdienst, zuerst auf die Beziehung dieser Vorgänge zur Staubverschleppung aufmerksam gemacht zu

haben. Er und Roth [106]) haben Fälle von Perforation solcher Drüsen in die Venae cavae und Vena azygos, Arteria pulmonalis u. s. w. beschrieben, in denen es zu einer Staubablagerung in der Leber, Milz, portalen und retrogastrischen Lymphdrüsen gekommen war. Ich selbst habe in den früher erwähnten Fällen wiederholt derartige Verwachsungen anthracotischer Lymphdrüsen mit grösseren Gefässen und die Perforation der ersteren durch die letzteren nachweisen können und betrachte es als zweifellos, dass durch solche abnorme Beziehungen der anthracotischen Lymphdrüsen zu den Lumina grösserer Gefässe eine Staubverschleppung nach anderen Organen ermöglicht wird.

In anderen Fällen war ich aber nicht im Stande, derartige Beziehungen zwischen anthracotischen Lymphdrüsen und den Lumina grösserer Gefässe nachzuweisen, ohne selbstverständlich daraus einen Schluss auf ihre Abwesenheit ableiten zu wollen. Dagegen möchte ich noch auf eine andere Möglichkeit hinweisen. — Bei der mikroskopischen Untersuchung der Lungen älterer Leute, welche ausser starker Russablagerung und Emphysem keine Veränderungen darboten, fand ich sehr häufig, wie oben bereits erwähnt wurde, Staubablagerung nicht nur in der Adventitia der Gefässe, namentlich der Zweige der Arteria pulmonalis, sondern auch nach innen vom Adventitialraum in der Media und Intima, an dieser bis an das Endothel heranreichend; es handelte sich dabei nicht nur um einzelne Staubkörnchen, sondern um grössere in der Intima gelegene Staubhaufen. Die Intima selbst war an diesen Stellen, sowie die ganze Arterienwand sehr stark atrophisch, aber sonst nicht verändert; in den meisten Fällen fand ich das Lumen leer, einigemal enthielt dasselbe Staubzellen, welche der Wand anlagen, einmal war das Lumen mit Zellen gefüllt, von denen einzelne Staub enthielten. Die den Befund von intravasculären Staubzellen betreffenden Beobachtungen sind zu spärlich und zu vieldeutig, als dass man berechtigt wäre, aus denselben irgend welche Schlüsse zu ziehen. Dagegen habe ich diese Zustände der Anthracose und Atrophie der Gefässwände so häufig und in so grosser Ausdehnung gefunden, dass mindestens an die Möglichkeit ihrer Beziehung zur Staubverschleppung gedacht werden muss. Es würde sich auf diese Weise das Vorkommen der Staubmetastase namentlich bei älteren Leuten, deren Lungen anderweitige Veränderungen nicht darbieten und bei denen abnorme Beziehungen zwischen anthracotischen Lymphdrüsen und grösseren Gefässen nicht nachweisbar

sind, erklären. Dass auch auf diese Weise eine ausgiebige Staubablagerung in anderen Organen ermöglicht wird, ist in Anbetracht der Ausdehnung des Processes und des langsamen Verlaufes desselben kaum zu bezweifeln.

Eine dritte Möglichkeit, mit der man betreffs der Staubverschleppung rechnen muss, ist die der Intravasation von Pigmentmassen in den Ductus thoracicus, wenn anthracotische Drüsen oder staubführende Theile mit seiner Wand verschmelzen und auf diese Weise der Uebertritt von Staub vermittelt wird.

6. Die Vertheilungsweise des Staubes innerhalb der verschiedenen Organe bei Anthracose.

Nachdem in den vorhergehenden Abschnitten die Bahnen der Zufuhr des Staubes zu den Organen und die Stellen der Ablagerung desselben in diesen erörtert worden sind, erübrigen noch einige Bemerkungen über die Vertheilung des Staubes und die Bahnen der Abfuhr desselben.

Von den in Betracht kommenden Organen enthält die Milz am häufigsten und durchschnittlich am meisten Staub. Nach dem früher Mitgetheilten ist ja eine andere Annahme kaum zulässig als die, dass der Staub mit dem arteriellen Blut in dieselbe hineingelangt. Unseren Anschauungen über Structur- und Kreislaufsverhältnisse der Milz zufolge muss man erwarten, dass der Staubübertritt namentlich in der Pulpa erfolgt; denn an dieser Stelle sind die Bedingungen für denselben am günstigsten. Wie aus dem früher Mitgetheilten hervorgeht, war in unseren Fällen der Staub hauptsächlich in den Scheiden der Arterienzweige und in der Umgebung der Trabekel gelegen. Ich weiss dafür keine andere Erklärung, als dass der Staub in die der Abfuhr dienenden Bahnen, d. h. die Lymphgefässe gelangt und wie an anderen Organen so auch hier in deren Umgebung theilweise zurückgehalten worden ist. Bei dieser Annahme würde es auch verständlich, dass andere Beobachter den Staub in der Umgebung der Malpighi'schen Körper getroffen haben und wieder andere vielleicht über sein Vorkommen in der Milzpulpa berichten werden. Die Anordnung und die Fundorte des Staubes werden verschieden sein je nach der Strecke, welche er in der Bahn der Abfuhr gegen die Lymphgefässe hin zurückgelegt hat. Denn dass mindestens ein Theil des Staubes in die Lymphgefässe hineingelangt, darüber kann der geschilderten Lagerung nach ein Zweifel nicht bestehen.

Betreffs der Zufuhr des Staubes zur Leber liegen die Verhältnisse weniger einfach, weil zwei Wege in dieser Hinsicht in Betracht gezogen werden müssen, nämlich die arterielle Gefässbahn und diejenige der Pfortader. Was zunächst die letztere anbelangt, so ist man ja allgemein der Ansicht, dass von der Milzpulpa aus corpusculäre Elemente in die Milzvene und von da in die Pfortader und Pfortaderzweige der Leber gelangen können. Auf der anderen Seite ist uns aber auch aus den früher angeführten Untersuchungen bekannt, dass die Gefässe der Leber mit einer ungewöhnlichen Durchlässigkeit ausgestattet sind; es ist somit vollkommen denkbar, dass mit dem arteriellen Blute zugeführte corpusculäre Gebilde in der Leber deponirt werden. Macht man den Versuch, die Entscheidung dieser Frage auf Grund der Anordnung des Staubes in der Leber anzustreben, so stösst man sofort auf grosse Schwierigkeiten. Es ist zwar oben berichtet worden, dass der Staub besonders ausgiebig im interacinösen Bindegewebe deponirt werde; ob dieser Befund zu dem Schluss berechtigt, dass er ausschliesslich mit dem Pfortaderblut zugeführt worden sei, wird fraglich erscheinen, wenn man sein Vorkommen in der Umgebung der Centralvene berücksichtigt; noch bedeutungsvoller dünkt mir aber in dieser Hinsicht die Lagerung des Staubes in den lymphatischen Knötchen; denn wie früher nachgewiesen wurde, sind diese wahrscheinlich Bestandtheile des Lymphgefässsystems und würde die Anordnung in den interacinösen Bindegewebszügen demzufolge nicht auf die Zufuhr mit dem Pfortaderblut, sondern auf die Abfuhr in der Richtung der Lymphbahnen zu beziehen sein. Dass aber eine solche statthat, das beweist der Staubgehalt der portalen Lymphdrüsen zur Genüge. Jedenfalls wird man aber die Möglichkeit einer Staubzufuhr auf dem Wege der arteriellen Gefässbahn schon mit Rücksicht auf das Vorkommen des Staubes im Knochenmark zugeben müssen.

Der Befund von Staub in den portalen und cöliacalen Lymphdrüsen erklärt sich aus der Zufuhr von der Leber, beziehungsweise von der Milz aus. Der Pigmentgehalt dieser Lymphdrüsen bei geringer oder fehlender Pigmentirung dieser Organe beweist nichts gegen die Abkunft von diesen, weil es ganz gut möglich ist, dass in Fällen von sistirter Pigmentzufuhr zu diesen beiden Organen dieselben mehr oder weniger staubfrei erscheinen, nachdem die Hauptmenge des Staubes nach den Lymphdrüsen abgeführt worden ist. Dass der Pigmentgehalt der Lymphdrüsen nicht allein aus einer Zufuhr mit dem arteriellen Blut sich erklären lässt,

zeigt schon der Pigmentmangel beziehungsweise der geringe Pigmentgehalt der inguinalen Lymphdrüsen in solchen Fällen. Die Pigmentirung der höher gelegenen Lymphdrüsen mag zum Theil auf eine Zufuhr von den Pleurablättern aus zu beziehen sein, wie dies für die peritrachealen Lymphdrüsen und die Lymphknötchen im Mediastinum bereits früher geltend gemacht wurde.

7. Die Bedeutung der Vorgänge der Staubinhalation, der Staubmetastase insbesondere für die Lehre von den Infectionskrankheiten.

Es ist an verschiedenen Stellen auf die Bedeutung der Vorgänge der Staubinhalation für unsere Anschauungen über die Bahnen der Verschleppung der infectiösen Stoffe überhaupt, des tuberkulösen Giftes insbesondere hingewiesen worden. Die eben erörterten Vorgänge der Staubmetastase sind aber meines Erachtens ganz besonders geeignet, uns darin zu bestärken; sie enthalten die Aufforderung, die Ablagerungsstellen des Staubes und die durch ihn bedingten Gewebsveränderungen zunächst im Tractus respiratorius, namentlich die Herderkrankungen der Lunge mit den Localisationen der tuberkulösen Erkrankungen, bei der acuten Miliartuberkulose insbesondere zu vergleichen und zwar nur in topographischer Hinsicht, in histologischer ist das oben bereits geschehen.

Macht man den Versuch, die oben bezüglich der Staubvertheilung und der Bahnen dieser mitgetheilten Erfahrungen in dieser Richtung zu verwerthen, so würde man betreffs des Eindringens des tuberkulösen Giftes in die Schleimhaut der intrapulmonalen Bronchialverzweigungen zwei Möglichkeiten in Betracht zu ziehen haben, nämlich dass dasselbe frei oder an Zellen gebunden auf dem Wege vom Bronchiallumen aus zwischen den Epithelzellen oder aber vom peribronchialen Lymphraum her eintrete. Für den ersten Fall würde man sich vorstellen können, dass eine Verklebung oder sonstige Alteration der Cilien und Epithelien überhaupt, wie sie von bronchitischen Erkrankungen der Schleimhaut gefolgt werden, eine solche Invasion begünstigen. Bezüglich des zweiten Falles hätte man noch die Frage zu erwägen, ob von der Bronchialschleimhaut aus ein Uebertritt nach dem Bronchiallumen hin und so eine wiederholte Selbstinfection der Lunge vorkomme.

Was die Einwirkung des Staubes einerseits, des tuberkulösen Giftes andererseits auf die Alveolenwand anbelangt, so ist in dieser Beziehung die Uebereinstimmung eine besonders bemerkenswerthe.

Vergleicht man die durch den Staub innerhalb der Alveolarlumina und an den Alveolenwänden sich vollziehenden Vorgänge, so zeigt sie eine sehr weitgehende Uebereinstimmung mit den entsprechenden Verhältnissen bei der acuten Miliartuberkulose. Wie ich früher ausführlich auseinandergesetzt habe, ist ein Theil der bei acuter Miliartuberkulose vorkommenden Knötchen aus im Alveolarlumen gelegenen desquamirten und proliferirenden Epithelien zusammengesetzt; sie entsprechen also kleinen circumscripten Pneumonien. Durch die Untersuchungen von BENDA [151]), SCHÄFFER [234]) und BAUMGARTEN [156])*) ist das Vorkommen dieser und durch den Nachweis von Tuberkelbacillen innerhalb derselben meine Auffassung über ihre Beziehung zu den tuberkulösen Processen in vollem Umfange bestätigt worden.

Ehe ich zu einer Erwähnung der Aehnlichkeit in der Localisation der periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Herderkrankungen bei der Staubinhalation und acuten Miliartuberkulose übergehe, ist noch zu erörtern, ob eine Invasion des tuberkulösen Giftes von dem System der Saftbahnen der Alveolenwand aus direct in die Capillarbahn dieser mit und ohne Vermittlung von Wanderzellen möglich ist. Für den Staub konnte ein solcher Modus nicht nur nicht erwiesen werden, sondern er hat sich sogar als sehr wenig wahrscheinlich ergeben. Bei den tuberkulösen Processen und, wie ich hinzufügen will, bei denjenigen der ulcerösen Endocarditis und den infectiösen Vorgängen überhaupt liegt der Sachverhalt insofern etwas anders, als in Folge einer Vermehrung der pathogenen Spaltpilze innerhalb der Saftbahnen ein actives Hineinwachsen in die Blutbahn denkbar ist; ich habe oben bereits unter Hinweis auf die Mittheilungen von RECKLINGHAUSEN [226 u. 227]) und SAPPEY [232 u. 233]) auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht.

Was die Uebereinstimmung der topographischen Anordnung der Herde bei der Staubinhalation einerseits, bei der acuten Miliartuberkulose andererseits anbelangt, so darf in der ersteren Hinsicht auf die obigen, in der letzteren auf die früheren Mittheilungen verwiesen werden. Dieselbe ist so gross, dass sie eine Erörterung und Beweisführung meines Erachtens nicht erfordert; dagegen will ich nicht unterlassen, an dieser Stelle einen Vergleich zwischen den perivasculären Staubanhäufungen und den tuberkulösen Erkrankungen der

*) Leider muss ich es mir versagen, in eine ausführlichere Besprechung der Mittheilungen BAUMGARTEN's einzutreten. Ich hatte mit meiner Arbeit abgeschlossen, ehe dieselben vollständig erschienen waren.

Gefässe anzustellen. Wie oben beschrieben wurde, findet sich Staub nicht nur in dem Saftkanalsystem der Adventitia und dem Lymphraum der Gefässe, namentlich auch der Zweige der Arteria pulmonalis, sondern auch in der eigentlichen Wand unter manchen Verhältnissen bis an's Gefässlumen heranreichend. Im Anschluss daran wurde ausgeführt, dass sowohl durch die Perforation ausserhalb der Lungen gelegener anthracotischer Lymphdrüsen in grössere Gefässe, als auch durch die Intravasation von Staub in intrapulmonäre Gefässe und zwar nicht nur grössere, sondern auch kleinere ein Uebertritt von Staub ins Blut erfolgen könne. Andererseits ist uns aus den Untersuchungen von MÜGGE[209]), WEIGERT[262]) und mir[153]) bekannt, dass tuberkulöse Erkrankungen nicht nur in den Adventitien, sondern auch in den anderen Häuten der Lungengefässe und zwar grösserer sowohl als kleiner vorkommen. Dass auf diesem Wege eine Infection des Blutes und eine Verschleppung des tuberkulösen Giftes erfolgen kann, dafür geben uns die betreffs der Staubmetastase berichteten Erfahrungen bedeutungsvolle Anhaltspunkte.

Ueber die Verschleppung des Staubes einerseits, des tuberkulösen Giftes andererseits auf dem Wege der Lymphbahnen der Lunge bedarf es keiner Erörterungen, es sind uns diese Anschauungen ja vollständig geläufig; dagegen ist vielleicht eine Bemerkung betreffs der Durchlässigkeit der Bronchialdrüsen bei der Staubinhalation einerseits, der Lungentuberkulose andererseits am Platze. Dem Staub gegenüber haben sich die Bronchialdrüsen als sufficiente Filter ergeben, wenigstens musste der Uebertritt von Staubmassen unter solchen Verhältnissen in Anbetracht der fehlenden Ablagerung solcher in den Organen ausgeschlossen werden. Es fragt sich nun, wie verhalten sich die Bronchialdrüsen dem tuberkulösen Gift gegenüber? Zweifellos liegen hier die Verhältnisse schon insofern anders, als durch Vermehrung der Tuberkelbacillen ein Uebertritt in den Ductus thoracicus denkbar wäre. Dazu kommt aber, dass in Folge krankhafter Processe eine Verbindung der Drüsen mit diesem und auf diese Weise eine Verschleppung in dieser Richtung zu Stande kommen kann. Es darf in dieser Hinsicht auf die Mittheilungen von PONFICK[220]) und STILLING[243]) verwiesen werden.

Es wurde oben die Möglichkeit des Uebertrittes inhalirten Staubes von der Pleura pulmonalis aus in die Pleurahöhle und der Staubverschleppung von dieser aus erörtert sowie auf die Erscheinungen hingewiesen, welche in diesem Sinne gedeutet werden können. Bekanntlich gibt es Fälle von Miliartuberkulose der Pleura bei nor-

malen oder wenigstens nicht nachweisbar erkrankten Lungen. Ob in diesen Fällen der Infectionsstoff unmittelbar von den peripheren Alveolarsystemen aus in die Pleura pulmonalis und Pleurahöhle eindringt, um in dieser disseminirt zu werden, ist immerhin einer Erwägung werth.

Schliesslich will ich nicht unterlassen zu betonen, dass durch diese Auseinandersetzungen nur auf die Aehnlichkeit der Localisation der Staubherde und tuberkulösen Erkrankungen hingewiesen werden sollte. Die Unterschiede in morphologischer und ätiologischer Hinsicht zwischen beiden haben oben eine so eingehende Erörterung erfahren, dass ein Missverständniss in dieser Hinsicht hoffentlich ausgeschlossen ist. Ob die Uebereinstimmung in den Bahnen der Verbreitung nur bei der exogenen Form der acuten Miliartuberkulose, bei welcher der Infectionsstoff mit der Respirationsluft zugeführt wurde, vorhanden ist und wie in Fällen von Selbstinfection, also bei der endogenen Art diese Verhältnisse sich gestalten, eine Aufklärung darüber müssen wir von weiteren Untersuchungen erwarten.

Wie bekannt, sind bei der metastatischen Verbreitung der tuberkulösen Infection, sei diese ihrem Ursprunge nach eine exogene oder endogene, Leber, Milz und Nieren besonders häufig der Sitz der Ablagerung des tuberkulösen Giftes. Dass dabei, wie bei der Deposition von Russ, die grössere Durchlässigkeit der Gefässe derselben eine Rolle spiele, darf zu Mindesten als möglich betrachtet werden. Dasselbe gilt bezüglich der Betheiligung und verschiedenartigen Veränderungen dieser Organe bei anderen Infectionskrankheiten. Es sei hier nur beispielsweise auf das oben erwähnte Vorkommen miliarer Lymphome bei Typhus, Variola, Scharlach, Masern, Diphtherie u. s. w. aufmerksam gemacht. Der Versuchung, die Bedeutung der Vorgänge der Staubinhalation und Staubmetastase für die Lehre von den Infectionskrankheiten ausführlicher zu erörtern, darf ich an dieser Stelle nicht nachgeben. Meines Erachtens genügen die angeführten Beispiele.

B) Ueber eisenhaltiges Pigment und Pigmentverschleppung.

1. Vorkommen des eisenhaltigen Pigmentes in den Organen bei den Versuchsthieren.

Es ist an verschiedenen Stellen auf das Vorkommen eines gelben Pigmentes, welches deutliche Eisenreaction gibt, in den Lungen und Bronchialdrüsen nicht nur, sondern auch in der Leber, der Milz, dem

Knochenmark und den Nieren bei unseren Versuchsthieren hingewiesen worden. Die oben mitgetheilten Tabellen geben über die Häufigkeit des Befundes und die Menge des Pigmentes in den verschiedenen Organen bei den einzelnen Versuchen Rechenschaft. Dagegen bedürfen die Anordnung und Vertheilung desselben, sowie dessen Bedeutung einer Erörterung.

Betreffs der Form, Farbe und Reaction des Pigmentes sei zunächst bemerkt, dass dasselbe erstens in Form grösserer Kugeln, welche mehr oder weniger, meistens aber ziemlich stark goldgelb gefärbt sind, vorkommt, zweitens aber in der Art kleinerer und kleinster, oft nur schwach gefärbter Kügelchen und Körner getroffen wird; endlich findet man noch ganz kleine, zuweilen etwas unregelmässig gestaltete Gebilde, welche eine Färbung nicht erkennen lassen, aber dieselbe Reaction geben wie die grösseren. Alle diese Formen liegen entweder frei im Gewebe oder sind in verschiedenartige Zellen eingeschlossen. Die Reaction ist die typische Eisenreaction; ich habe hauptsächlich Schwefelammonium und mit Salzsäure angesäuertes Ferrocyankalium verwendet; bei nachträglicher Färbung mit Alauncarmin kann man sich an solchen Objecten über die Lage dieser Pigmentkörnchen, ihr Verhältniss zu den Zellen u. s. w. aufs Genauste unterrichten.

In den Lungen kommt dieses Pigment innerhalb der Alveolen frei, häufiger an Zellen gebunden vor; nicht selten führen die Zellen, lymphoide sowohl als epitheliale, gleichzeitig neben solchen Pigmentkörnchen Staub. Auch im interalveolären, periinfundibulären, peribronchialen und perivasculären Bindegewebe sind solche Pigmentkörnchen und -kugeln in bald grösserer, bald geringerer Menge wahrzunehmen und zwar in derselben Anordnung wie der Staub und sehr häufig neben diesem und durchmengt mit ihm innerhalb derselben Zellen oder mehr paracellulär gelagert. Auch in der Schleimhaut der Bronchien und Trachea ist solches Pigment sehr häufig zu finden und reicht, wie bereits erwähnt, nicht selten bis ans Epithel heran. Nimmt man die Eisenreaction vor, so sieht man auch zwischen den Epithelien blaue Körnchen, die zuweilen so dicht gelagert sind, dass vollständige blaue Kittleistenzeichnungen entstehen, welche mit den in den Saftbahnen der Schleimhaut enthaltenen blauen Massen continuirlich zusammenhängen.

Die Bronchialdrüsen enthalten solchen Farbstoff in bald grösserer bald kleinerer Menge, sehr spärlich an der Aussenseite, massenhafter und gemengt mit Staub an der Innenseite der Folli-

kel, sowie in den Anfängen der Follikularstränge und den angrenzenden Lymphgängen. Ein wesentlicher Unterschied in dem Verhalten des Staubes und des eisenhaltigen Pigmentes ist dadurch gegeben, dass das letztere immer in grösserer Menge in den Lymphgängen vorkommt als der Staub und weiter gegen die centralen Theile der Follikularstränge und Lymphgänge vorgerückt ist, ja zuweilen dieselben erreicht. Während ich Staub in grösserer Menge niemals in diesen Abschnitten der Drüsen beobachtet habe, waren in denselben die Lymphgänge sehr stark mit gelbem Pigment erfüllt. In den perifollikulären Lymphräumen und den Follikularsträngen sind die Pigmentkörner und -kugeln meistens an ziemlich grosse runde Zellen gebunden; in den Lymphgängen dagegen erscheinen sie gewöhnlich in spindelförmige, verästigte oder durch Ausläufer netzförmig zusammenhängende Zellen eingeschlossen.

Am häufigsten und ausgiebigsten ist der Befund solcher freien oder an Zellen gebundenen Pigmentmassen in der Milz, und zwar namentlich in der Pulpa, die sinuösen Räume enthalten oft grosse Mengen solchen Pigmentes; nicht selten trifft man pigmenthaltige Zellen in verschiedenen Stadien des Durchtrittes durch die Wand. Die Malpighi'schen Körper sind gewöhnlich frei von solchem Pigment oder es ist dasselbe in ihrer Circumferenz abgelagert und zuweilen von da aus in die peripheren Abschnitte der Follikel eingedrungen. Mehr Pigment pflegt wieder in der Umgebung der Trabekel abgelagert zu sein. Während also der Staub meist nur an den letzteren Stellen, sowie in den Scheiden der Arterien getroffen wird, nimmt das eisenhaltige Pigment hauptsächlich die Pulparbezirke für seine Deposition in Anspruch.

Die Pigmentablagerung in der Leber ist ausnahmslos am stärksten in der Peripherie der Acini. Die interacinösen Bindegewebszüge enthalten dasselbe frei und an grosse rundliche Zellen gebunden nicht nur innerhalb der Saftbahnen, sondern auch eingeschlossen in grosse rundliche mit Endothel ausgekleidete sehr dünnwandige Räume, welche ihrer Lage und Structur nach Lymphgefässen zu entsprechen scheinen. Solche Pigmenthaufen trifft man auch noch zwischen den peripheren Leberzellen, seltener in den mittleren Abschnitten des Acinus. Daselbst ist überhaupt die Pigmentablagerung spärlicher, die freien oder an rundliche, spindelförmige und verästigte Zellen gebundenen Pigmentkörnchen und -kugeln liegen perivasculär; ausserdem trifft man aber auch in den Capillaren solche Pigmentmassen. Bei sehr starker Ablagerung des Pigmentes ist auch

das Centrum des Acinus nicht frei; immer nimmt aber der Pigmentgehalt von der Peripherie des Acinus gegen das Centrum ab. Sehr bemerkenswerth ist das Verhalten der Leberzellen selbst, welche sehr kleine und etwas grössere gelbliche Körnchen in ihrem Protoplasma enthalten. Macht man die Eisenreaction, dann kann man neben und zwischen den blauen Körnchen ebenso gefärbte Fädchen wahrnehmen. Der Gehalt der Leberzellen an Pigment ist gleichfalls an der Peripherie am stärksten und nimmt gegen die Mitte des Acinus ab, lässt sich bei starker Pigmentablagerung aber auch hier noch nachweisen. Der wesentlichste Unterschied bei dieser Pigmentirung gegenüber der Staubablagerung ist der Mangel der Staubkörnchen in den Leberzellen.

Betreffs des Pigmentgehaltes des Knochenmarkes ist zu erwähnen, dass das Pigment in den Gefässscheiden, ausserdem aber in bald grösserer bald geringerer Menge in den Knochenmarkzellen getroffen wird, sowohl in den grösseren als auch in den kleineren.

Die Gefässscheiden der Nieren enthalten gleichfalls solches Pigment, spärlicher die Saftbahnen um die Capillaren. Bei der Eisenreaction habe ich blaue Körnchen zwischen den Epithelien und eine sehr intensive Färbung der Kernkörperchen dieser namentlich in den geraden Harnkanälchen beobachtet.

2. Ueber den Entstehungsort des eisenhaltigen Pigmentes und die von diesem abhängigen Bahnen des Transportes.

Bezüglich des Entstehungsortes dieses eisenhaltigen Pigmentes und der von diesem abhängigen Bahnen des Transportes sind verschiedene Ueberlegungen zulässig. — Man kann sich vorstellen, dass diese Pigmentkörner und -kugeln in denjenigen Organen, in welchen sie getroffen werden, theils intracellulär theils extracellulär entstanden und in dem letzteren Falle nachträglich in die Zellen aufgenommen worden sind. Der Befund von pigmenthaltigen Zellen in den Gefässbahnen, in den Capillaren der Leber insbesondere spricht nicht zu Gunsten einer solchen Annahme. — Es könnte ferner das Pigment in der Milz ausschliesslich oder vorwiegend gebildet und von da aus den anderen Organen, zunächst der Leber zugeführt worden sein. Diese Möglichkeit ist zwar mit Sicherheit nicht auszuschliessen, will mir aber auch nicht sehr wahrscheinlich dünken, weil zwischen dem Pigmentgehalt beider Organe kein constantes Verhältniss nachweisbar ist; noch weniger sachentsprechend scheint

mir die Annahme, dass die Bildungsstätte des Pigmentes ausschliesslich in der Leber zu suchen sei; man müsste sich dann zu der immerhin noch zu wenig begründeten Voraussetzung verstehen, dass die Pigmentzellen in die Lebergefässe einwandern. — Es erübrigt noch die Vorstellung, dass von der Blutbahn aus das Pigment in die Organe abgelagert werde, indem dasselbe theils frei theils an Zellen gebunden durch die mit erhöhter Durchlässigkeit ausgestatteten Gefässwände austritt; dass dieser Vorgang besonders ausgiebig in Milz und Leber, ausserdem noch im Knochenmark, weniger in den Nieren erfolgt, entspricht ganz den schon öfter erwähnten Erfahrungen über die Eigenschaften der Gefässeinrichtungen dieser Organe; die Uebereinstimmung in der Anordnung des Pigmentes mit derjenigen der corpusculären in die Blutbahn eingeführten Farbstoffe und in diese übergetretenen Staubmassen ist in dieser Hinsicht gleichfalls in Anschlag zu bringen. Daran schliesst sich aber unmittelbar die Frage an, ob das Pigment von irgend einer Stelle aus in die Blutbahn übergetreten ist, ob es sich also um eine Pigmentmetastase handelt oder aber, ob das Pigment innerhalb der Blutbahn gebildet ist; in diesem Falle würde der Vorgang als eine Deposition von Pigment in den genannten Organen vom Blute aus aufzufassen sein.

Bekanntlich sind solche Fälle von Blutpigmentmetastase beschrieben worden. — ORTH[214]) hat bei ausgedehnter Quetschung einer unteren Extremität und einem dadurch bedingten Bluterguss eine blutige Infiltration der Inguinaldrüsen beobachtet. Im Anschluss daran hat MÜLLER[210]) mehrere Beobachtungen mitgetheilt, in denen es nach Traumen zu einer Blut- und Pigmentinfiltration der benachbarten Lymphdrüsen kam. Während ORTH und MÜLLER nur von einer Veränderung der Lymphdrüsen berichten, hat TILLMANNS[254]) auch eine solche der Leber nachgewiesen. Endlich ist neustens von HINDENLANG[193]) ein Fall von massenhafter Anhäufung solchen Blutpigmentes in den verschiedenen Lymphdrüsen und der Leber, geringgradiger in den Nieren und dem Pankreas bei Morbus maculosus mitgetheilt worden. HINDENLANG ist der Ansicht, dass durch Resorption von Blut und Pigment auf dem Wege der Lymphbahn und durch Uebertragung desselben in die Blutbahn diese Veränderungen zu Stand gekommen seien. RECKLINGHAUSEN[96]) glaubt nicht, dass diese Beobachtungen genügen, um die Annahme einer Pigmentmetastase zu rechtfertigen und diese noch thatsächlich zu begründen sei. In dem Falle HINDENLANG's sind allerdings die Befunde keineswegs ein-

deutig, lassen vielmehr eine andere Erklärung zu. Wollte man sie im Sinne der Blutpigmentmetastase verwerthen, so müsste man die Voraussetzung machen, dass die Lymphdrüsen für das Blutpigment durchlässig seien. Ein solches Verhalten derselben ist zwar immerhin möglich, mit Rücksicht auf die oben berichteten Thatsachen aber nur dann denkbar, wenn man den Lymphdrüsen gegenüber dem Staub einerseits dem Blutpigment andererseits verschiedene Qualification in dieser Hinsicht zuerkennt. Auch der Befund von massenhaftem eisenhaltigem Pigment in den verschiedenen Organen bei unseren Versuchsthieren ist im Sinne einer Blutpigmentmetastase nicht unbedingt verwerthbar. Es ist zwar oben darauf hingewiesen worden, dass ausgiebiges eisenhaltiges Pigment im Lungengewebe und in den Bronchialdrüsen bei denselben gefunden wird und dass dasselbe in den letzteren immer weiter vorgerückt sei als der Staub. Dass aber damit der Beweis des Uebertrittes in's Blut nicht erbracht ist, bedarf nach den oben mitgetheilten Erörterungen keiner weiteren Ausführung; es sei deshalb nur noch erwähnt, dass der Befund eisenhaltigen Pigmentes in ziemlich grosser Menge bei Thieren, welche einer Staubinhalation nicht ausgesetzt waren, bei solchen Ueberlegungen alle Beachtung verdient.

Man wird in der Annahme einer Blutpigmentmetastase um so vorsichtiger sein müssen, als wie oben erwähnt, mit einer zweiten Möglichkeit, derjenigen der Deposition von innerhalb der Blutbahn entstandenem Blutpigment gerechnet werden muss. Aus den Untersuchungen QUINCKE's[221–223]) und PETERS'[218]) ist uns bekannt, dass bei verschiedenen Zuständen eine Bildung von eisenhaltigem Pigment erfolgt, welche einer Veränderung der rothen Blutkörper ihre Entstehung verdankt. Von den genannten Autoren ist das Verhalten dieser Pigmentablagerung in den verschiedenen Organen genau geschildert und eine Erklärung dieser Erscheinung versucht worden. QUINCKE ist der Ansicht, dass „die rothen Blutkörperchen, wenn sie eliminirt werden, von weissen Blutkörpern und von Zellen der Milz und des Knochenmarkes aufgenommen und vorzugsweise in den Lebercapillaren, Milz und Knochenmark abgelagert werden". Er unterscheidet zwischen einer physiologischen und pathologischen „Siderosis" und glaubt, dass eine Anhäufung des eisenhaltigen Materiales rother Blutkörper in Milz, Knochenmark und Lebercapillaren stattfinde, wenn der Untergang rother Blutkörper vermehrt oder die Bildung neuer Blutkörper aus dem alten Material verlangsamt ist. Betreffs der Eisenablagerung in der Leber weist PETERS auf zwei

Möglichkeiten hin. Alle rothen Blutkörper werden an irgend einer Stelle von weissen aufgenommen und die letzteren lagern sich dann in der Leber ab: eine Hypothese, welche von QUINCKE und KUNKEL[200]) vertreten wird, oder aber die rothen Blutkörper werden in der Leber oder an irgend einem anderen Ort zersetzt, das Hämoglobin tritt durch Diffusion an die Leberzellen, die das nicht zur Gallenfarbstoffbildung verwendete Eisen wieder an weisse Blutkörper in den Capillaren abgeben. — Es wurde oben darauf aufmerksam gemacht, dass bei Thieren, welche einer Staubinhalation nicht ausgesetzt waren, aber, wie ich hier hinzufügen will, unter sonst gleichen Verhältnissen wie die Versuchsthiere sich befanden, gleichfalls viel eisenhaltiges Pigment gefunden wurde. Der Aufenthalt in den Staubräumen löst offenbar eine Störung in der Blutbildung und Ernährung aus, welcher man durch noch so gute Pflege der Thiere vorzubeugen ausser Stande ist. Die Erwägung aller hier in Betracht kommenden Verhältnisse führt mich zu dem Schlusse, dass es bei den Versuchsthieren in Folge einer Störung der Blutbildung und vermehrten Deposition eisenhaltigen Pigmentes in den verschiedenen Organen gekommen ist; geringere Mengen solches trifft man ja bekanntlich auch unter normalen Verhältnissen. Die Beziehung dieser Vorgänge zur Melanämie liegt nahe, wenn man mit ARNSTEIN, KELSCH, COLIN u. A. annehmen will, dass auch bei dieser das Pigment im circulirenden Blut gebildet werde.

Zum Schluss dieses Abschnittes sei mir noch eine kurze Bemerkung über die Wahl des Namens „Siderosis" für diese Zustände gestattet, welcher von ZENKER und MERKEL für dieselben zurückgewiesen wird, weil er von dem ersteren bereits für die Inhalation von Eisenstaub eingeführt worden ist. Wenn man auch die etymologische Berechtigung dieser Bezeichnung für die aus dem Blute stammende eisenhaltige Pigmentablagerung in den Organen zuzugeben sich bereit findet, so muss andererseits doch anerkannt werden, dass es nicht zweckmässig ist und zu den verschiedenartigsten Missverständnissen Veranlassung geben muss, wenn man zwei ihrem Wesen nach sehr verschiedene Krankheitsformen mit demselben Namen belegt. Bei der einen handelt es sich um eine Einfuhr des Eisens mit der Respirationsluft und eine Deposition in den Lungen und Bronchialdrüsen, während die anderen Organe kein Eisen führen. Bei der anderen durch Ablagerung eisenhaltigen Pigmentes in Leber, Milz, Knochenmark und Nieren gekennzeichneten Krankheitsform verdankt das Eisen seine Entstehung einer Zersetzung insbesondere der rothen

Blutkörper. Die eine ist eine Inhalationskrankheit, die andere eine Erkrankung des Blutes; bei der ersteren ist die Quelle des Eisens eine exogene, bei der letzteren eine endogene. Dazu kommt, dass beide sich combiniren können. Die Vorstellung, dass bei Individuen, welche an einer Pneumonoconiosis siderotica erkrankt sind, die von QUINCKE als „Siderosis" bezeichnete Erkrankung des Blutes sich der ersteren hinzugeselle, ist durchaus zulässig, wenn man den mit Störung der Allgemeinernährung complicirten Verlauf dieser Staubinhalationskrankheit berücksichtigt. Aus diesem Grunde habe ich die von QUINCKE vorgeschlagene Bezeichnung bei den obigen Auseinandersetzungen vermieden und diese Zustände als Deposition eisenhaltigen Pigmentes beschrieben. Wollte man für diese dessenungeachtet an der Bezeichnung Siderosis festhalten, so müsste sie mindestens von der exogenen pneumonoconiotischen als endogene oder hämatogene unterschieden werden.

LITERATUR.

I. Ueber Staubinhalation, Staubmetastase u. s. w.

1. **Andral,** Laennec, Traité de l'auscultation etc., augmenté par Andral. Ed. IV. Bruxelles 1837.
2. **J. Arnold,** Ueber das Vorkommen lymphatischen Gewebes in den Lungen. Virchow's Archiv. Bd. 80. 1880.
3. **Barkam,** The diseases of cornisch miners. British med. Journ. 1871.
4. **Barthelemess,** Diagnose der Lungenmelanose. Erlangen 1855. Dissertation.
5. **Begbie,** Case of infiltration of the lung with carbonaceous matter. etc. Monthly journ. July 1857.
6. **Beyer,** Die Fabrikindustrie des Regierungsbezirkes Düsseldorf vom Standpunkt der Gesundheitspflege. 1876.
7. **Billroth,** Beiträge zur pathologischen Histologie. 1858.
8. **Billroth,** Neuere Beobachtungen über die feinere Structur pathologisch veränderter Lymphdrüsen. Virchow's Archiv. Bd. 21. 1861.
9. **Birch-Hirschfeld,** Lehrbuch der pathologischen Anatomie. 1883.
10. **Boens-Boisseau,** Traité pratique des maladies, des accidents et des difformités des houilleurs. Bruxelles 1862.
11. **Boens-Boisseau,** Note sur la valeur des crachats noirs et sur les éffets de la poussière chez les houilleurs. Bull. de l'académ. de méd. de Belge. 1862.
12. **Boettcher,** Ueber Lungenmelanose. St. Petersburger medicinische Zeitschrift. 1869.
13. **Brockmann,** Hannöver'sche Annalen für die gesammte Heilkunde. 1844.
14. **Brockmann,** Die metallurgischen Krankheiten des Oberharzes. 1851.
15. **Bubbe,** De spadone hippocratico lapicidorum Seeberg. haemoptysin et phthisin pulmonalem etc. Halle 1721. Dissertation.
16. **Calder,** Monthly journ. of med. scienc. 1851.
17. **Cohnheim,** Vorlesungen über allgemeine Pathologie. 1882.
18. **Craig,** Observations on spurious melanosis in a letter of the 19. August. Edinburgh. med. journ. Bd. 42.
19. **Crocq,** De l'anthracose pulmonaire ou de la pénétration des particules de charbon dans les poumons des houilleurs. Bull. de l'académ. de méd. de Belg. Vol. III. 1862.
20. **Cruveilhier,** Annales de Therapie. 1847.
21. **Delaharpe,** Schweizer Zeitschrift f. Medicin. 1853.
22. **Demarquette,** Essai sur les maladies des ouvriers des mines houilleurs. Bullet. de l'académ. de méd. Belg. 1860.
23. **Elam,** On the admission and rentention of foreign matters in the lungs. The british. med. journ. Octob. 1876.
24. **Erdmann,** Hufeland und Osann, Journal für praktische Heilkunde. 1831.

25. **Eternod,** Recherches sur les affections chroniques des ganglions tracheo-bronchiques. Genf 1879. Dissertation.
26. **Eulenburg,** Handbuch der Gewerbekrankheiten. 1876.
27. **Fabre,** De l'état sanitaire des mineurs des nos jours. Gaz. méd. de Paris. 1881.
28. **Feltz,** Maladies des tailleurs de pierres. Strasbourg 1865.
29. **Foerster,** Handbuch der speciellen pathologischen Anatomie. 1863.
30. **Fox-Favell,** Schmidt's Jahrbücher. 1846.
31. **Franz,** Das Verhalten der Bergleute in den Steinkohlengruben zu Brustkrankheiten. Memorabilien. Nr. 3. 1879.
32. **Friedberg,** Ueber Divertikel des Oesophagus. Giessen 1867. Dissertation.
33. **Friedreich,** Beitrag zur Kenntniss der Sputa. 5. Ueber schwarze Sputa. Virchow's Archiv. Bd. 30. 1864.
34. **Gibson,** Lancet. 1834. Tom. II. (Citirt nach Zenker.)
35. **Graham,** On the existence of charcoal in the lung. Edinb. med. journ. Vol. 42. 1834.
36. **Greenhow,** Cases illustrating the pathology of the pulmonary disease etc. The pathol. Transact. 1864—1866.
37. **Greenhow,** Specimen of collier's lung. Transactions of the patholog. soc. Vol. XVII. 1867.
38. **Greenhow,** Black lungs from a case of collier's phthisis. Transactions of the patholog. soc. Vol. XX. 1870.
39. **Greenhow,** Specimen of diseased lung from a perl shellcutter. Transactions of the patholog. soc. 1871.
40. **Gregory,** Case of the peculiar black infiltration of the whole lung, resembling melanosis. Edinb. med. and surgic. Journ. Vol. XXXVI. 1831.
41. **Greiner,** Die Krankheiten der Bronchialdrüsen. Erlangen 1850. Inaugural-Dissertation.
42. **Grohe,** Beiträge zur pathologischen Anatomie und Physiologie. I. Zur Geschichte der Melanämie nebst Bemerkungen über den normalen Bau der Milz und Lymphdrüsen. Virchow's Archiv. Bd. 20. 1861.
43. **Gussenbauer,** Die Knochenentzündung der Perlmutterdrechsler. Langenbeck's Archiv. Bd. XVIII. 1875.
44. **Hamilton,** Melanotic infiltration of the lung etc. Edinburgh. med. journ. Vol. XLII. 1834.
45. **Hasse,** Anatomische Beschreibung der Krankheiten der Respirations- und Circulationsorgane. 1841.
46. **Heuger,** Essai sur les melanoses du poumon. Thèse de Strasbourg. 1869.
47. **Hirt,** Krankheiten der Arbeiter: Die Staubinhalationskrankheiten. 1871.
48. **Holland,** London and Edinburgh. monthly. journ. (Canstatt's Jahresbericht. 1843.)
49. **Immermann,** Strictur beider Hauptäste der Lungenarterie u. s. w. (Tractionsdivertikel.) Deutsches Archiv f. klinische Medicin. Bd. V. 1868.
50. **v. Ins,** Experimentelle Untersuchungen über Kieselstaubinhalation. Archiv f. experimentelle Pathologie. 1876.
51. **v. Ins,** Einige Bemerkungen über das Verhalten des inhalirten Staubes in den Lungen. Virchow's Archiv. Bd. 73. 1878.
52. **Johnstone,** Schmidt's Jahrbücher. Nr. 116. 1799.
53. **Kerschensteiner,** Die Fürther Industrie in ihrem Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter. Bayer. ärztl. Intelligenzbl. Nr. 33. 1874.
54. **Knauff,** Das Pigment der Respirationsorgane. Virchow's Archiv. Bd. 39. 1867.
55. **Koschlakoff,** Zur Frage über die Entstehung des Pigments in der Lunge. Virchow's Archiv. Bd. 35. 1866.
56. **Kuborn,** Presse méd. belg. 1862. (Schmidt's Jahrb. Nr. 116.)

57. **Kuborn,** Du rôle pathogenique des poussières charbonneuses dans les organes respiratoires des ouvriers mineurs. Bruxelles 1864.
58. **Kuntzen,** Ueber Staubinhalation. Berlin 1873. Dissertation.
59. **Kussmaul,** Die Aschenbestandtheile der Lungen und Bronchialdrüsen. Deutsches Archiv f. klinische Medicin. Bd. II. 1866.
60. **Laennec,** Traité de l'auscultation médiate. 1819.
61. **Layet,** Hygiène des professions et des industries. Paris 1875.
62. **Leblanc,** Schmidt's Jahrbücher. Nr. 116. 1795.
63. **Leuthold,** Ein neuer Fall, welcher das Eindringen von Kohlentheilchen in das Lungenparenchym beweist. Berliner klin. Wochenschrift. 1866.
64. **Lewin,** Wissenschaftliche und praktische Beiträge zur Lehre von der Inhalation. Centralzeitung. 1862.
65. **Lewin,** Beiträge zur Inhalationstherapie. 1863.
66. **Liouville,** Contributions à l'étude de l'adenopathie mediastine etc. Arch. de physiologie. Bd. XI. 1869.
67. **Loeper,** Beiträge zur pathologischen Anatomie der Lymphdrüsen. 1856.
68. **Mackellar,** Black phthisis or ulceration induced by carbonaceous accumulation. Monthly. journ. 1845—1846.
69. **Manouvriez,** Maladies et hygiène des ouvriers etc. Annales de Hygièn. publ. 1876.
70. **Marschall,** Cases of spurious melanosis of the lungs. Lancet 1834—1836.
71. **Martin,** Die Schädlichkeiten und Krankheiten, denen die Kohlengrubenarbeiter unterworfen sind. Caspar's Vierteljahrschrift für gerichtl. Medicin. Bd. XVI.
72. **Maurice,** Note sur la maladie ou état noir des poumons des charbonniers. Gaz. méd. de Paris. 1862.
73. **Meinel,** Ueber die Erkrankung der Lungen durch Staubinhalation. Erlangen 1869. Dissertation.
74. **Merkel,** Zwei Fälle von Siderosis pulmonum. Deutsches Archiv f. klinische Medicin. Bd. VIII. 1869.
75. **Merkel,** Zur Casuistik der Staubinhalationskrankheiten. Daselbst. Bd. VIII. 1871.
76. **Merkel,** Weitere Beiträge zur Casuistik der Staubinhalationskrankheiten. Daselbst. Bd. IX. 1872.
77. **Merkel,** Staubinhalationskrankheiten. Handbuch der Hygiene von Pettenkofer und Ziemssen. 1882.
78. **Michel,** Ueber Staubinhalation. Bonn 1872. Dissertation.
79. **W. Müller,** Beobachtungen aus dem pathologischen Institut zu Jena. Jenaische Zeitschrift. Bd. IV. 1868.
80. **Oekonomides,** Ueber chronische Bronchialdrüsenaffection. Basel 1882. Dissertation.
81. **Oppert,** Ueber Lungenmelanose. Deutsche Klinik. 1857.
82. **Orth,** Lehrbuch der pathologischen Anatomie. 1883.
83. **Peacock,** French millstone maker's Phthisis. British Review. XXV. Jan. 1860.
84. **Peacock,** French millstone maker's Phthisis. The britisch med. journ. Oct. 1876.
85. **Peacock,** Millstone maker's disease, siliceous matter found in the lung. Transactions of the patholog. soc. XXIX. 1879.
86. **Pearson,** Philosophical transactions. Meckel's Archiv. 1817.
87. **Petrenz,** Ueber die sogenannte Steinbrecherkrankheit. Hufeland's Journal. Jahrg. IX. 1843.
88. **Pick,** Case of collier's lung. Lancet. 1870.
89. **Pokatilow,** Zur Lehre von dem Lungenpigment. Journal für normale und pathologische Histologie, Pharmacie u. klinische Medicin. (Canstatt's Jahresbericht. 1870.)

90. **Porcher,** De la maladie des tailleurs de pierres. Thèse. Strasbourg 1866.
91. **Potain,** De la mélanose pulmonaire. Gaz. des hôpitaux. Nr. 116.
92. **Proust,** De la pneumonoconiose anthracotique. Archive générale de médecine. Febr. 1876.
93. **Proust,** De la maladie des poumons produite par la poussière de charbon etc. Bull. de l'académie de médecine. Nr. 27. 1874.
94. **Ramazzini,** De morbis artificum diatribe. Ultrajecti 1703.
95. **Rebsamen,** Die Melanose der menschlichen Bronchialdrüsen. Virchow's Archiv. Bd. 24. 1862.
96. **v. Recklinghausen,** Handbuch der allgemeinen Pathologie. 1883.
97. **Riembault,** Hygiène des ouvriers mineurs. Paris 1861.
98. **Rilliet,** Archive générale de méd. 1838.
99. **Rindfleisch,** Lehrbuch der pathologischen Gewebelehre. 1878.
100. **Rindfleisch,** Fibroma pulmonum multiplex. Virchow's Archiv. Bd. 81. 1880.
101. **Robert,** De la phthisie charbonneuse et de quelques considerations sur la pénétration des corps pulvérulents. etc. Thèse. 1862.
102. **Robin,** Robin et Verdeil, Traité de chimie anatomique etc. Tom. III. 1853.
103. **Rokitansky,** Handbuch der pathologischen Anatomie. 1842.
104. **Rosenthal,** Untersuchungen u. Beobachtungen über Einwirkung pulverförmiger Substanzen auf den menschlichen Organismus. Zeitschr. d. Gesellschaft der Aerzte in Wien. 1866.
105. **Ross,** Diseases of the lungs affecting those, who work in dusty atmospheres. Dublin. quart. journ. of scienc. 1871.
106. **Roth,** Ueber Metastasen von Kalk, Fett und Kohlenstaub. Correspondenzblatt für schweizer Aerzte. 1884.
107. **Ruppert,** Experimentelle Untersuchungen über Kohlenstaubinhalation. Virchow's Archiv. Bd. 72. 1878.
108. **Sabin,** Stone dust a cause of consumption. Philad. med. surg. report. July. 1877.
109. **Schirmer,** Die Krankheiten der Bergleute in den Grünberger Braunkohlengruben. Schmidt's Jahrbücher. Bd. 102. S. 72.
110. **Schottelius,** Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung inhalirter Substanzen. Virchow's Archiv. Bd. 73. 1878.
111. **Schütz,** Klebs' Beiträge zur pathologischen Anatomie. 1880.
112. **Seltmann,** Jahresbericht der Gesellschaft für Naturheilkunde. 1863—1864.
113. **Seltmann,** Die Anthracosis der Lungen bei den Kohlenbergleuten. Deutsches Archiv f. klin. Medicin. Bd. II. 1866.
114. **Senft,** Der schlesische Steinkohlenbergbau in sanitätspolizeilicher Beziehung. Wiener med. Presse. 1879.
115. **Slavjansky,** Experimentelle Beiträge zur Pneumonoconiosislehre. Virchow's Archiv. Bd. 48. 1869.
116. **Soemmering,** De morbis vasorum absorbentium p. Pathologia. 1794.
117. **Soyka,** Ueber die Wanderung corpusculärer Elemente. Prager medicinische Wochenschrift 1878.
118. **Symes-Thompson,** Manual lecture on dustinhalation a cause of lung disease. Med. Gazette. Oct. 1873.
119. **Stratton,** Case of anthracosis or black infiltration of the whole lung. Edinburgh. medic. journ. Vol. 49. 1838.
120. **Will. Thomson,** On black expectoration and the deposition of black matter in the lungs. Medico-chirurgical Transactions. Vol. 20 u. 21. 1837—1838.
121. **Tiedemann-Heller,** Ueber die Ursachen und Wirkungen chronisch entzündlicher Processe im Mediastinum (Tractionsdivertikel). Deutsches Archiv f. klin. Medicin. 1875.
122. **Traube,** Ueber das Eindringen feinerer Kohlentheilchen in das Innere des Respirationsapparates. Deutsche Klinik. 1860.

123. **Traube**, Gesammelte Abhandlungen. Bd. II.
124. **Underhill**, Carbonaceous infarction of colliers lung. Dublin. journ. of med. scienc. July. 1877.
125. **Vernois**, Ueber die Einwirkung des Staubes auf die Gesundheit der Kohlenverkäufer. Schmidt's Jahrbücher. Nr. 100.
126. **Villaret**, Cas rare d'anthracosis suivi des quelques considérations etc. Paris 1862.
127. **Virchow**, Die pathologischen Pigmente. Virchow's Archiv. Bd. 1. 1847.
128. **Virchow**, Edinburgh. med. journ. 1858.
129. **Virchow**, Die krankhaften Geschwülste. 1864.
130. **Virchow**, Ueber Lungenschwarz. Virchow's Archiv. Bd. 35.
131. **Weigert**, Ueber den Eintritt des Kohlenpigments aus den Athmungsorganen in den Kreislauf. Fortschritte der Medicin. 1883.
132. **Waldenburg**, Die Tuberkulose etc. Berlin 1869.
133. **Wepfer**, Observat. med. pract. de affect. etc. 1727.
134. **Whitside-Hime**, On anthracosis (coal miners lung). The medical Presse. (Februar u. März.) 1873.
135. **Willbrand**, Einige Bemerkungen über die Gewerbekrankheiten der Steinzeugarbeiter. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Medicin. 1876.
136. **Zahn**, Mittheilungen aus dem pathologischen Institut in Genf. Virchow's Archiv. Bd. 72. 1878.
137. **Zenker**, Ueber Tabaklunge. Tagblatt der 40. Versammlung der Naturforscher und Aerzte. 1865.
138. **Zenker**, Ueber Staubinhalationskrankheiten der Lungen. Deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. II. 1866.
139. **Zenker**, Krankheiten des Oesophagus. Ziemssen's Handbuch d. Pathologie. 1878.
140. **Ziegler**, Handbuch der pathologischen Anatomie. 1885.

II. Sonstige Literaturangaben.

141. **Aeby**, Der Bronchialbaum der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1880.
142. **Amburger**, Ueber das Vorkommen und die Bedeutung des Alveolarepithels im Sputum. St. Petersburger med. Wochenschrift. 1876.
143. **J. Arnold**, Ueber Diapedesis. Virchow's Arch. Bd. 58. 1873.
144. **J. Arnold**, Ueber die Beziehung der Blut- und Lymphgefässe zu den Saftkanälen. Virchow's Archiv. Bd. 62. 1875.
145. **J. Arnold**, Ueber das Verhalten der Wandungen der Blutgefässe bei der Emigration weisser Blutkörper. Virchow's Archiv. Bd. 62. 1875.
146. **J. Arnold**, Ueber die Durchtrittsstellen der Wanderzellen durch entzündete seröse Häute. Virchow's Archiv. Bd. 64. 1875.
147. **J. Arnold**, Ueber die Kittsubstanz der Epithelien. Virchow's Archiv. Bd. 64. 1875.
148. **J. Arnold**, Ueber die Kittsubstanz der Endothelien. Virchow's Archiv. Bd. 66. 1876.
149. **J. Arnold**, Zur Kenntniss der Saftbahnen des Bindegewebes. Virchow's Archiv. Bd. 68. 1876.
150. **J. Arnold**, Beiträge zur Anatomie des miliaren Tuberkels. I. Ueber Lebertuberkulose. Virchow's Archiv. Bd. 82. 1880.
151. **J. Arnold**, II. Ueber Nierentuberkulose. Virchow's Archiv. Bd. 83. 1881.
152. **J. Arnold**, III. Ueber Tuberkulose der Lymphdrüsen und Milz. Virchow's Archiv. Bd. 87. 1882.
153. **J. Arnold**, IV. Ueber disseminirte Miliartuberkulose der Lunge. Virchow's Archiv. Bd. 88. 1882.

154. **J. Arnold,** Ueber Kern- und Zelltheilung bei acuter Hyperplasie der Lymphdrüsen u. Milz. Virchow's Archiv. Bd. 95. 1884.
155. **Bayer,** Das Epithel der Lungenalveolen und seine Bedeutung in der croupösen Pneumonie. Inaugural-Dissertation. Leipzig 1867.
156. **Baumgarten,** Experimentelle und pathologische Untersuchungen über Tuberkulose. Zeitschrift für klinische Medicin Bd. IX. 1885.
157. **Benda,** Untersuchungen über Miliartuberkulose. Berliner klinische Wochenschrift Nr. 12. 1884.
158. **Bertheau,** Zur Lehre von der Inhalationstuberkulose. Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. XXVI. 1880.
159. **Bernard,** Union médicale. T. III.
160. **Bizzozero,** Ueber die diagnostische Bedeutung der Lungenalveolarepithelien im Sputum. Centralblatt für klinische Med. Bd. II. 1882.
161. **Bockendahl,** Ueber die Regeneration des Trachealepithels. Archiv für mikr. Anatom. Bd. XXIV. 1884.
162. **Bozzole e Graziadei,** Arch. per le scienz. med. Vol. II. (Bizzozero Nr. 160 dieses Verzeichnisses.) 1878.
163. **Buhl,** Lungenentzündung, Tuberkulose und Schwindsucht. München 1873.
164. **Buhl,** Bericht der 50. Naturforscherversammlung in München. 1878.
165. **Buhl,** Mittheilungen aus dem pathologischen Institut in München. 1878.
166. **Burdon-Sanderson,** Recent researches on tuberculosis. Edinburgh med. journ. Bd. XV. 1870.
167. **Chrzonszczewsky,** Zur Lehre vom Lungenepithel. Virchow's Archiv Bd. 37. 1866.
168. **Chievitz,** Zur Anatomie einiger Lymphdrüsen im erwachsenen und fötalen Zustande. Archiv f. Anatomie. 1881.
169. **Colberg,** Zur normalen u. pathologischen Anatomie der Lunge. Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. II. 1866.
170. **Cornil,** Alterations histolog. du revêtement epitheliale des conduits aëriens. Gaz. méd. de Paris. 1880.
171. **Corning,** Zwei Arbeiten aus dem pathologischen Institut zu Würzburg. 1878.
172. **Donders,** Nederl.-Lancet. Jahrgang 2. (Canstatt's Jahresbericht 1853.)
173. **Donders,** Physiologie des Menschen. Leipzig 1856.
174. **Donders,** Ueber die Aufsaugung von Fett im Darmkanal. Moleschott's Untersuchungen. Bd. II. 1857.
175. **Drasch,** Die physiologische Regeneration des Flimmerepithels. Sitzungsberichte der Wiener Akademie d. Wissenschaften. 1879.
176. **Dybkowsky,** Ueber Aufsaugung und Absonderung der Pleurawand. Arbeiten aus dem physiologischen Institut in Leipzig. 1868.
177. **Feld,** Experimentelle Beiträge zur Schluck- und Vaguspneumonie. Bonn 1878. Dissertation.
178. **Feuerstack,** Ueber das Verhalten des Epithels der Lungenalveolen bei der fibrinösen Pneumonie. Göttingen 1882. Dissertation.
179. **Fischl,** Diagnose der Lungenphthise. Prager Vierteljahrschrift für praktische Heilkunde. Bd. IV. 1876.
180. **Flemming,** Studien über Regeneration. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 24. 1884.
181. **Frankenhäuser,** Untersuchungen über den Bau der Tracheo-Bronchialschleimhaut. Dorpat 1879. Dissertation.
182. **Frey,** Untersuchungen über die Lymphdrüsen des Menschen und der Säugethiere. Leipzig 1861.
183. **Frey,** Handbuch der Histologie u. Histochemie. 1876.
184. **Friedländer,** Untersuchungen über Lungenentzündung. Berlin 1873.

185. **Friedländer,** Experimentelle Untersuchungen über chronische Pneumonie und Lungenschwindsucht. 1876.
186. **Gegenbaur,** Ueber Drüsenzellen in der Lungenschleimhaut bei Amphibien. Archiv für Anatomie. 1863.
187. **Grancher,** Note sur les lymphatiques des poumons. Gaz. méd. de Paris. 1877.
188. **Guttmann** u. **Schmidt,** Ueber Vorkommen und Bedeutung der Lungenalveolarepithelien in den Sputis. Zeitschrift f. klinische Medicin. Bd. III. 1881.
189. **Hecht,** Ueber das Vorkommen von Eisenoxydhydrat nach stattgehabten Extravasationen. Inauguraldissertation. Würzburg 1880.
190. **Heiberg,** Die Tuberkulose in ihrer anatomischen Ausbreitung. 1882.
191. **Heitler,** Ueber den diagnostischen Werth der Epithelien in den Sputis. Wiener medic. Wochenschr. 1877.
192. **Hirschmann,** Zur Lehre über den feineren Bau des Lungenparenchyms bei Säugethieren. Virchow's Archiv Bd. 36. 1866.
193. **Hindenlang,** Pigmentinfiltration in den Lymphdrüsen, Leber und anderen Organen in einem Fall von Morbus maculosus etc. Virchow's Archiv. Bd. 79. 1880.
194. **His,** Beitrag zur Kenntniss der zum Lymphsystem gehörigen Drüsen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. X u. XI. 1860—1861.
195. **Hüttenbrenner,** Ueber d. Gewebsveränderung in d. entzündeten Leber. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. V. 1869.
196. **Hoffmann** u. **Langerhans,** Ueber den Verbleib des in die Circulation eingeführten Zinnobers. Virchow's Archiv Bd. 48. 1869.
197. **Hoffmann** u. v. **Recklinghausen,** Ueber die Herkunft der Eiterkörperchen. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. Bd. 31. 1867.
198. **Klein,** The anatomy of the lymphatic system. The lung. London 1875.
199. **Kölliker,** Ueber den Bau der menschlichen Lunge. Sitzungsbericht d. med. physikal. Gesellschaft in Würzburg. 1880.
200. **Kunkel,** Notiz zu dem Aufsatz des Herrn Dr. Hindenlang etc. Virchow's Archiv Bd. 81 u. Zeitschrift für physiolog. Chemie. Bd. V. 1880.
201. **Küssner,** Beiträge zur Impftuberkulose. Deutsche medicinische Wochenschrift. 1883.
202. **Küttner,** Die Abscheidung des indigschwefelsauren Natron in den Geweben der Lunge. Centralblatt für die medicin. Wissenschaft. 1875.
203. **Marfels** u. **Moleschott,** Wiener medicinische Wochenschrift. Nr. 52. 1854.
204. **Martin,** Tuberculose des sereuses et du poumon. Arch. de physiologie. norm. et pathol. Vol. VII.
205. **Martin,** Recherches anatomo-patholog. et. experim. sur le Tubercule. Paris 1879.
206. **Mensonides,** (Moleschott's Untersuchungen. Bd. II.) 1857.
207. **Mettenheimer,** Ueber die Ablagerung des schwarzen Pigmentes in den Lungen u. dem Lungenfell. Archiv. für Anatomie u. Physiologie. 1866.
208. **Moleschott,** Erneuter Beweis für das Eindringen von festen Körperchen in die kegelförmigen Zellen. Moleschott's Untersuchungen. Bd. II. 1857.
209. **Mügge,** Ueber das Verhalten der Gefässe bei disseminirter Lungentuberkulose. Virchow's Archiv. Bd. 76. 1879.
210. **Müller,** Untersuchungen über das Verhalten der Lymphdrüsen bei der Resorption von Blutextravasaten. Inaugural-Dissertation. Göttingen 1879.
211. **Nothnagel,** Zur Resorption des Blutes aus dem Bronchialbaum. Virchow's Archiv. Bd. 71. 1877.
212. **Feldmann,** Beitrag zur Lehre vom Epithel. Virchow's Archiv. Bd. 28. 1863.
213. **Oesterlen,** Ueber den Eintritt von Kohle und anderen unlöslichen Stoffen vom Darmkanal aus in die Blutmasse. Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. V. 1846.

214. **Orth,** Beiträge zur Kenntniss des Verhaltens der Lymphdrüsen bei der Resorption von Blutextravasaten. Virchow's Archiv. Bd. 56. 1872.
215. **Orth,** Lehrbuch der pathologischen Anatomie. 1883.
216. **Panizza,** Ueber Myelin, Pigment u. Epithelien im Sputum. Deutsches Archiv für klinische Med. Bd. XXVIII. 1881.
217. **Peters,** Beobachtungen über Eisenablagerung in den Organen. Deutsches Archiv für klinische Med. Bd. XXXII. 1883.
218. **Peters,** Ueber Siderosis. Kiel 1881. Dissertation.
219. **Ponfick,** Studien über die Schicksale körniger Farbstoffe im Organismus. Virchow's Archiv. Bd. 48. 1869.
220. **Ponfick,** Ueber die Entstehung und Verbreitungswege der acuten Miliartuberkulose. Berliner klinische Wochenschrift. Nr. 46. 1877.
221. **Quincke,** Ueber perniciöse Anämie. Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge Nr. 100.
222. **Quincke,** Zur Pathologie des Blutes. Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. XXV u. XXVII. 1880.
223. **Quincke,** Festschrift dem Andenken an Albrecht von Haller gewidmet. 1877.
224. **Ranvier,** Traité technique d'histologie. Paris 1875.
225. **v. Recklinghausen,** Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. 1861.
226. **v. Recklinghausen,** Bericht der Naturforscherversammlung in Freiburg.
227. **v. Recklinghausen,** Ueber die venöse Embolie und den retrograden Transport in den Venen und Lymphgefässen. Virchow's Archiv. Bd. 101. 1885.
228. **Reitz,** Ueber die passiven Wanderungen der Zinnoberkörnchen durch den thierischen Organismus. Wiener akadem. Sitzungsberichte. Bd. 57. 1868.
229. **Rossbach,** Ueber die Schleimbildung in den Luftwegen. Würzburger Festschrift.
230. **Rütimeyer,** Durchtritt suspendirter Partikel aus dem Blute in's Lymphgefässsystem. Archiv für experimentelle Pathologie. Bd. XIV. 1881.
231. **Ruge, Carl Arnold,** Einige Beiträge zur Lehre von der Tuberkulose. Berliner Dissertation. 1869.
232. **Sappey,** Anatomie, Physiologie et Pathologie des vaisseaux lymphatiques. Paris 1873—1885.
233. **Sappey,** Procédé à mettre un usage pour observer les premières radicules du système lymphatique etc. Compt. rend. T. 96. 1883.
234. **Schäffer,** Die Verbreitung der Tuberkulose in den Lungen. Berlin 1881. Dissertation.
235. **Schestopal,** Ueber die Durchlässigkeit der Froschlunge für gelöste u. körnige Farbstoffe. Virchow's Archiv. Bd. 75. 1879.
236. **Schottelius,** Zur Kritik d. Tuberkulosenfrage. Virchow's Archiv. Bd. 91. 1883.
237. **Schüller,** Experimentelle und histologische Untersuchungen über die Entstehung und Ursachen der scrofulösen und tuberkulösen Gelenkleiden. Stuttgart 1880.
238. **Schulze, E.,** Epithel und Drüsenzelle. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. III. 1867.
239. **Senator,** Berliner klinische Wochenschrift. 1881.
240. **Senftleben,** Ueber den Verschluss der Blutgefässe nach der Unterbindung. Virchow's Archiv. Bd. 77. 1879.
241. **Sikorsky,** Ueber die Lymphgefässe der Lunge. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1870.
242. **Sommerbrodt,** Hat das in die Luftwege ergossene Blut ätiologische Bedeutung für die Lungenschwindsucht? Virchow's Archiv. Bd. 55. 1872.
243. **Stilling,** Ueber Thrombose (Tuberkelbildung) im Ductus thoracicus. Virchow's Archiv Bd. 88. 1882.

244. **Stoehr,** Ueber die peripherischen Lymphdrüsen. Sitzungsberichte der med. physiol. Gesellschaft in Würzburg. 1883.
245. **Strawinsky,** Arbeiten aus dem Laboratorium der medicinischen Fakultät in Warschau. 1874.
246. **Tappeiner,** Die Erzeugung allgemeiner Miliartuberkulose. Wiener medicin. Presse. Nr. 43. 1878.
247. **Tappeiner,** Ueber eine neue Methode Tuberkulose zu erzeugen. Virchow's Archiv. Bd. 74. 1878.
248. **Tappeiner,** Neue experimentelle Beiträge zur Inhalationstuberkulose der Hunde. Virchow's Archiv. Bd. 82. 1880.
249. **Thoma,** Ueberwanderung farbloser Blutkörper aus dem Blut in das Lymphgefässsystem. Heidelberg 1873.
250. **Thoma,** Beiträge zur Physiologie der Kittleisten. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1875.
251. **Thoma,** Ueber die Kittsubstanz der Epithelien. Virchow's Archiv. Bd. 64. 1876.
252. **Thoma,** Ueber ein Mikrotom. Virchow's Archiv. Bd. 84. 1881.
253. **Thoma u. Weil,** Zur Pathologie des Hydrothorax und Pneumothorax. Virchow's Archiv Bd. 75. 1879.
254. **Tillmanns,** Veränderung der Leber u. Lymphdrüsen. Archiv d. Heilkunde. 1876.
255. **Tillmanns,** Experimentelle u. anatomische Untersuchungen über Wunden der Leber u. Nieren. Virchow's Archiv. Bd. 78. 1879.
256. **Veraguth,** Experimentelle Beiträge zur Inhalationstuberkulose. Archiv für experimentelle Pathologie. Bd. 17. 1883.
257. **Veraguth,** Ueber die normalen Verhältnisse und pathologischen Veränderungen des Lungenepithels. Virchow's Archiv. Bd. 82. 1880.
258. **Waller u. Björkmann,** Das Epithel der Bronchialschleimhaut. Retzius, Biologische Untersuchungen. 1882.
259. **Walther,** Beiträge zur Histologie des Brustfells. Landzert's Beiträge zur Anatomie u. Histologie. 1872.
260. **Wargunin,** Ueber die bei Hunden durch Inhalation der Sputa phthisischer Individuen und anderer organischer Substanzen erzeugten Lungenerkrankungen. Virchow's Archiv. Bd. 96. 1884.
261. **Weichselbaum,** Experimentelle Untersuchungen über Inhalationstuberkulose. Oesterr. med. Jahrb. 1883.
262. **Weigert,** Zur Lehre von der Tuberkulose. Virchow's Archiv. Bd. 77. 1879.
263. **Wittich,** Ueber die Beziehungen der Lungenalveolen zum Lymphsystem. Mittheilungen aus dem Königsberger physiologischen Institut. 1878.
264. **Wywodzoff,** Die Lymphwege der Lunge. Zeitschr. d. Gesellschaft d. Aerzte in Wien. Bd. I. 1866.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. *Inhalation von Sandsteinstaub. Kaninchenlunge. Experiment* 77 *(Tabelle V). Inhalationsdauer* 187 *Tage. Versuchsdauer* 222 *Tage.* Die Lungen zeigen zahlreiche graue unter der Pleura gelegene Knötchen und zwar auf der rechten Seite mehr als auf der linken. Vergr. 1 : 1.

Fig. 2. *Inhalation von Sandsteinstaub. Kaninchenlunge. Experiment* 70 *(Tabelle V). Inhalationsdauer* 234 *Tage. Versuchsdauer* 255 *Tage.* Namentlich in den unteren Lappen zahlreiche weisse Knötchen, in den oberen eine mehr gleichmässige Verdichtung. Vergr. 1 : 1.

Fig. 3. *Inhalation von Smirgel. Kaninchenlunge. Experiment* 27 *(Tabelle III). Inhalationsdauer* 417 *Tage. Lebensdauer nach Sistirung der Inhalation* 156 *Tage. Versuchsdauer* 573 *Tage.* In den Lungenlappen braune Flecken von rundlicher, länglicher und verzweigter Gestalt; die dazwischen gelegenen Abschnitte hell gefärbt und luftführend. Vergr. 1 : 1.

Fig. 4. *Inhalation von Smirgel. Kaninchenlunge. Experiment* 32 *(Tabelle III). Inhalationsdauer* 378 *Tage. Lebensdauer nach Sistirung der Inhalation* 157 *Tage. Versuchsdauer* 535 *Tage.* Die braunen Flecke sind mehr rund, kleiner und spärlicher. Das dazwischen gelegene Gewebe luftführend und hell gefärbt. Vergr. 1 : 1.

Fig. 5. *Inhalation von Smirgel.* Durchschnitt durch dieselbe Lunge. In einem luftführenden Gewebe sind schwarzbraune Herde eingebettet. Vergr. 1 : 1.

Fig. 6. *Inhalation von Smirgel.* Durchschnitt durch dieselbe Lunge. Drei grössere Herde, welche Gruppen von Lungenalveolen, die mit Staub erfüllt sind, entsprechen. Das stark verdickte, zwischen den Alveolen und in deren Umgebung gelegene Bindegewebe bildet mit dem Inhalt derselben eine einheitliche Masse. Vergr. 18 : 1.

Tafel II.

Fig. 7. *Inhalation von Smirgel. Hundelunge. Experiment 4 (Tabelle IV). Inhalations- und Versuchsdauer* 689 *Tage.* Die Alveolen und Alveolengruppen sind mit Staub erfüllt und in kleine derbe Herde umgewandelt, welche theils an die Bronchien, theils an die Gefässe sich anschliessen, deren Scheiden gleichfalls mit Staub erfüllt sind. Vergr. 15 : 1.

Fig. 8. *Inhalation von Sandsteinstaub. Hundelunge. Experiment* 45 *(Tabelle VI). Inhalations- und Versuchsdauer* 479 *Tage.* Im Lungengewebe finden sich zahlreiche kleine derbe Herde aus mit Staub erfüllten Alveolen und Alveolengruppen bestehend. Der Alveolarinhalt und die verdickten interalveolären Leisten sind in eine compacte Masse umgewandelt. Andere Herde entsprechen durchschnittenen Bronchien und Gefässen, deren mit Staub erfüllte Scheiden verdickt sind. Vergr. 18 : 1.

Fig. 9. *Inhalation von Sandsteinstaub. Hundelunge. Experiment* 44 *(Tabelle VI). Inhalations- und Versuchsdauer* 479 *Tage.* Der Befund ein ähnlicher, wie in Figur 8, allerdings mit dem wesentlichen Unterschied, dass die miliaren Herde eine Neigung zeigen, zusammenzufliessen; auf diese Weise werden grössere Knoten und Infiltrate gebildet. Verg. 18 : 1.

Fig. 10. *Inhalation von Russ. Kaninchenlunge. Experiment* 101 *(Tabelle I). Inhalationsdauer* 27 *Tage. Dauer der Sistirung der Inhalation* 135 *Tage. Versuchsdauer* 162 *Tage.* Durchschnitt durch ein schwarzes makroskopisch compactes Knötchen. Dasselbe besteht aus Alveolengruppen, welche vollständig mit Staub gefüllt sind. Die interalveolären Leisten befinden sich im Zustande einer starken Verdickung und beträchtlichen zelligen Infiltration. Vergr. 90 : 1.

Tafel III.

Fig. 11. *Inhalation von Russ. Kaninchenlunge. Experiment* 98 *(Tabelle I). Inhalations- und Versuchsdauer* 27 *Tage.* Durchschnitt durch einen Bronchus und seine Umgebung. In die Bronchialschleimhaut ist ein Lymphfollikel eingebettet, welcher beinahe bis an das Epithel heranreicht. Auf dem Epithel und zwischen den Epithelzellen, sowie in der Mucosa und dem Gewebe des Follikels sind Russkörnchen abgelagert. Vergr. 75 : 1.

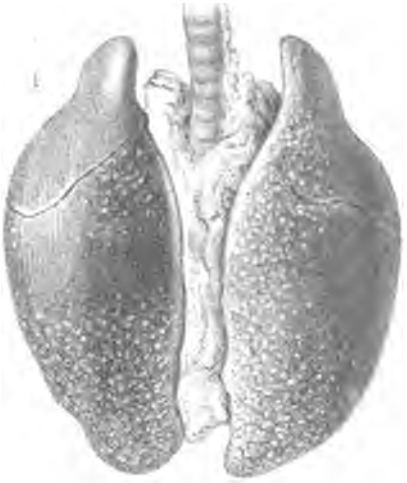
Fig. 12. *Inhalation von Smirgel. Durchschnitt durch eine Bronchialdrüse vom Kaninchen. Experiment* 26 *(Tabelle III). Inhalations- und Versuchsdauer* 417 *Tage.* An der Aussenseite der Follikel wenig Staub, grosse Staubanhäufungen an der inneren Seite derselben und in den angrenzenden Follikularsträngen. Die inneren Abschnitte der Follikularstränge und die Lymphgänge enthalten nur wenig Staub. Vergr. 18 : 1.

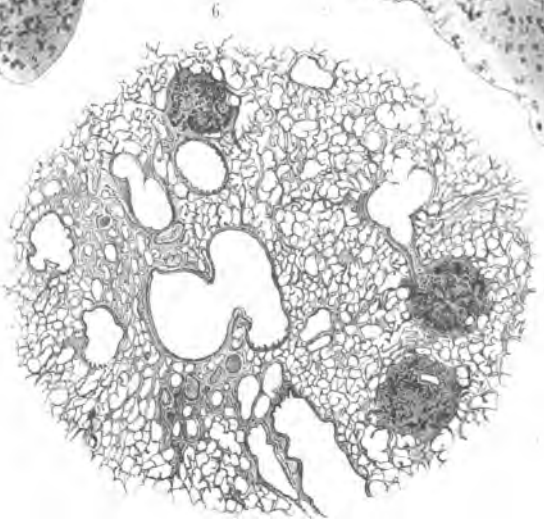
Fig. 13. *Inhalation von Smirgel. Durchschnitt durch eine Bronchialdrüse vom Kaninchen. Experiment* 27 *(Tabelle III). Inhalationsdauer* 417 *Tage. Lebensdauer nach sistirter Inhalation* 156 *Tage. Versuchsdauer* 573 *Tage.* Spärliche Staubkörnchen an der Aussenseite der Follikel, viel Staub an der Innenseite dieser, sowie in den Follikularsträngen; in der Marksubstanz vereinzelte Staubanhäufungen. Vergr. 18 : 1.

Fig. 14. *Inhalation von Sandsteinstaub. Durchschnitt durch eine Bronchialdrüse vom Hund. Experiment* 47 *(Tabelle VI). Inhalations- und Versuchsdauer* 167 *Tage.* Sehr viel Staub (in der Zeichnung durch dunklere Punktirung kenntlich gemacht) in den an die Follikel angrenzenden Abschnitten der Follikularstränge; der Staubgehalt dieser nimmt gegen die centralen (in der Abbildung oben gelegenen) Theile der Marksubstanz hin immer mehr ab; die Follikularstränge und Lymphgänge sind hier ziemlich staubfrei. Vergr. 18 : 1.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

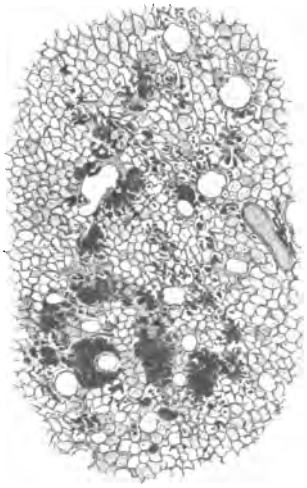
Tafel I.

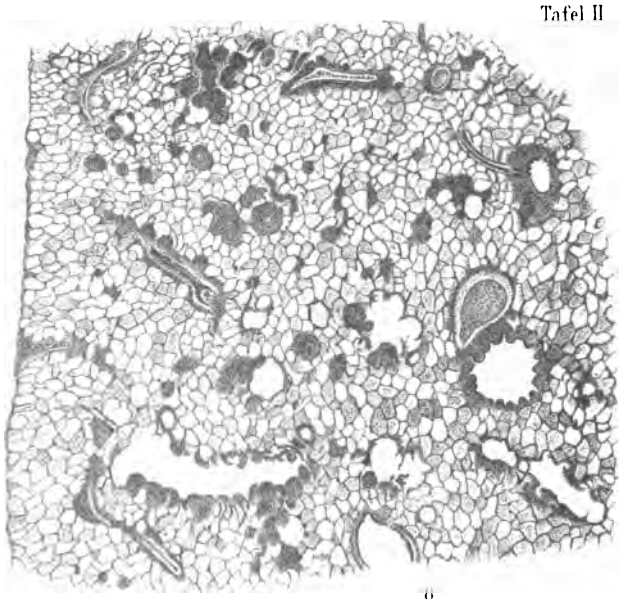




J. Arnold. Staubinhalation. F. C. W. Vogel

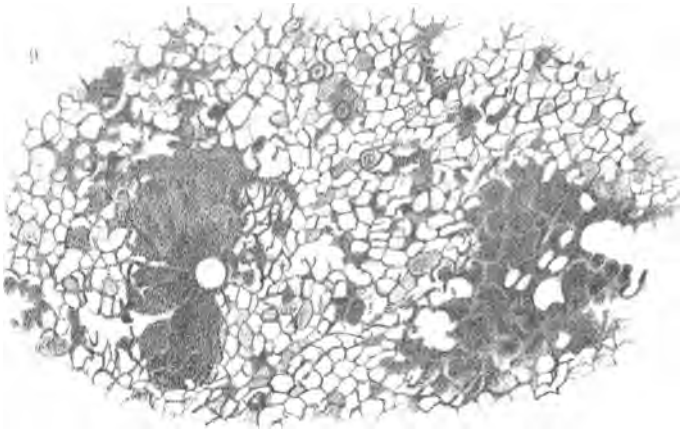
7.



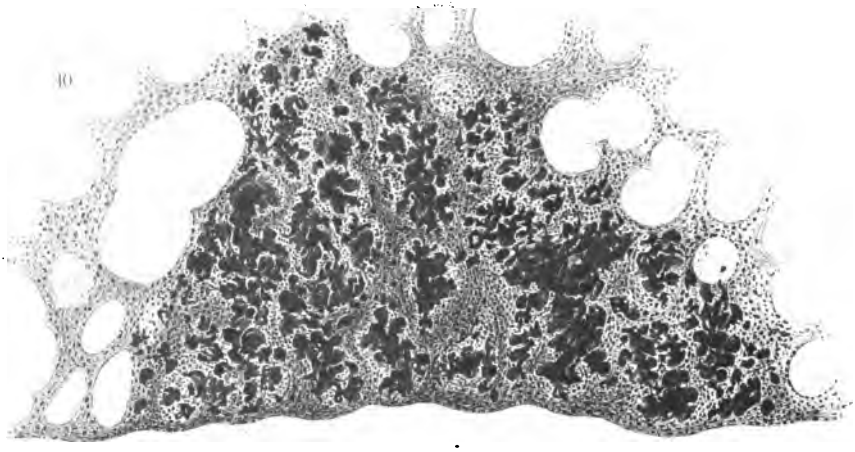


8

9

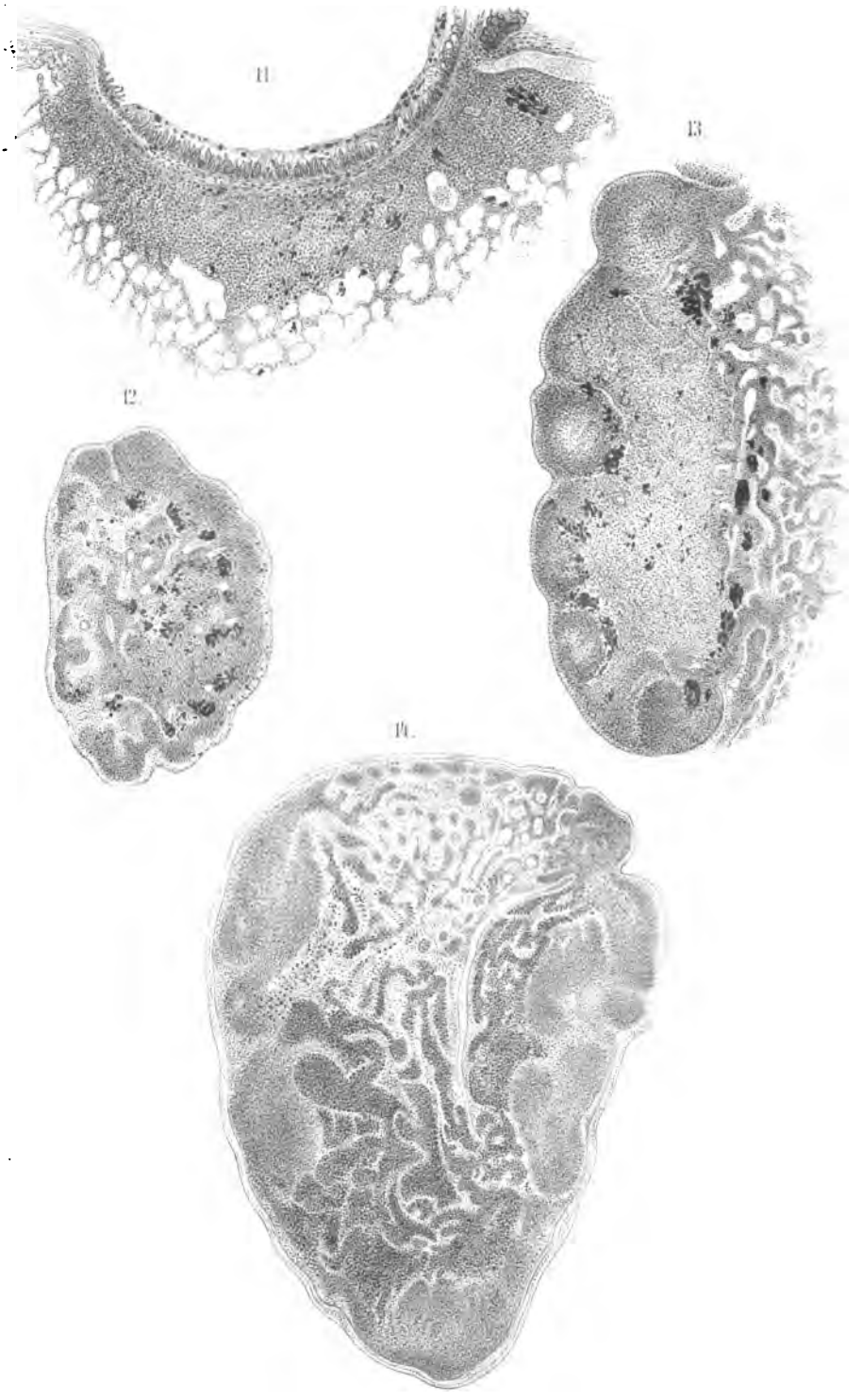


10



J. Arnold. Staubinhalation

F. C. W. Vogel



J. Arnold. Staubinhalation. F. C. W. Vogel